© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

DIE BESIEDLUNG NEU GESCHAFFENER UFERSTRUKTUREN IM STAURAUM WIEN-FREUDENAU (DONAUINSELHABITATE) DURCH FISCH- UND BENTHOSBIOZÖNOSEN

MICHAEL STRAIF, HERWIG WAIDBACHER, ROBERT SPOLWIND,
BIRGIT SCHÖNBAUER & GERNOT BRETSCHKO

Zusammenfassung

Bedingt durch zahlreiche wasserbauliche Maßnahmen und Stauhaltungen präsentiert sich das österreichische Donausystem in Bezug auf Morphologie, Hydrologie, Sedimentdynamik, Uferausprägung und laterale Konnektivität massiv anthropogen beeinflusst. Bei der Planung des Kraftwerks Wien/Freudenau wird durch den Bau von Uferstrukturen, welche sich am linken Donauufer im Bereich der Donauinsel befinden, versucht, so genannte Ausgleichs- bzw. Kompensationshabitate zu schaffen. Die Fischfauna ist nach wie vor erstaunlich vielfältig ausgeprägt. Das Jungfischaufkommen ist sehr von den saisonalen Verhältnissen und vom Vorhandensein entsprechender Uferausprägungen abhängig. Die Stabilität bestehender Fischpopulationen kann durch morphologische Heterogenität der Uferzonen erhöht werden. Es finden sich Fischarten aller ökologischen Gilden, im Übergangs- bzw. Zentralstaubereich dominieren indifferente Fischarten. Der Stauwurzelbereich kann als dynamischster angesehen werden. Hier wird noch eine donauflusstypische Fischartenvergesellschaftung vorgefunden.

Die Benthoszönosen geben vor allem Aufschluss auf die Durchströmung der Sedimentschichten. So konnten an einigen Schotterbänken Veränderungen der lotischen Benthosfauna beobachtet werden.

Summary

Colonisation of newly created inshore structures in the impounded area Wien/Freudenau by fish- and benthosbiocoenses.

Due to many river engineering works at the Austrian Danube system, the river system in the Vienna area is heavily modified relating to morphological, hydrological and ecological components. Regardless of this influence, many fish-faunal elements in this area are evident. The fish population structure and abundances show a astonishing diversity. The central part of the impoundment and the transition area were characterised by specially an euryoecious and a stagnooecious fish species composition. The head of the impoundment were dominated by the two Danube fish species *Chondrostoma nasus* and *Barbus barbus*. Particularly a high abundance of juvenile fishes and larval stages were caught in the new structured habitats at the left Danube shoreline. The benthic invertebrates are good indicators for the velocity distribution in the bed sediments.

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

1. Einleitung

Fließgewässerlebensräume zählen weltweit zu den am stärksten genutzten und veränderten Ökosystemen. Die österreichische Donau wurde durch anthropogene Einflüsse wie Regulierungsmaßnahmen, Unterbrechung des Flusskontinuums durch Wehranlagen und Kraftwerke sowie schifffahrtstechnische Baumaßnahmen nachhaltig verändert (WAIDBACHER 1989, JUNGWIRTH 1984).

Die Errichtung von mittlerweile zehn Laufkraftwerken in Österreich in nur fünfzig Jahren brachte die einschneidendsten Veränderungen dieses Lebensraums mit sich. An Fließstrecken sind nur noch 30 km in der Wachau und ca. 40 km östlich von Wien bis zur slowakischen Grenze erhalten (WAIDBACHER 1989).

Boten früher die unterschiedlichsten Flussbettstrukturen verschiedensten Arten beziehungsweise deren Entwicklungsstadien entsprechende ökologische Nischen, so sind diese in gestauten Abschnitten nur noch spärlich vorhanden (ZAUNER 1991).

Dennoch beherbergt die österreichische Donau auf ihrer Länge von 352 km noch ca. sechzig verschiedene Fischarten und gehört somit zu den fischartenreichsten Flüssen Europas. Die geographische Lage als Ost-West-Ausbreitungs- und/oder Rückzugsroute für ponto-kaspische Arten erklärt diese Diversität. Neben vielen Fischarten mit weiter Verbreitung in Europa kommt hier auch eine Anzahl von ponto-kaspischen Arten vor, die in Mitteleuropa auf die Donau und ihre unmittelbaren Nebengewässer beschränkt bzw. überhaupt nur in einem Teil des Donaugebietes endemisch sind (SCHIEMER et al. 1994, SPINDLER 1997, MIKSCHI & WOLFRAM-WAIS 1999).

Die intakten Fließstrecken schaffen durch ihre gute Habitatausstattung noch immer die Basis für die zum Teil sehr anspruchsvollen, eng eingenischten und großteils gefährdeten Flussfische dieses Systems (WAIDBACHER 1991, WAIDBACHER et al. 1996, WAIDBACHER et al. 1996A).

Da das Ökosystem eines Flusses mit der Größenordnung der Donau methodisch, aber auch theoretisch schwer erfassbar ist, wurde der Donau lange Zeit hinsichtlich ihrer fischökologischen und benthosbiozönotischen Bedeutung geringes Augenmerk geschenkt (WAIDBACHER et al. 1996, WAIDBACHER et al. 1996A). Diese Tatsache änderte sich freilich in den letzten Jahrzehnten, zahlreiche fischökologische und benthologische Studien an der österreichischen Donau gewähren mittlerweile Einblick in ökosystemare Teilaspekte dieses Stromes (z. B. KUMMER et al. 1998, WAIDBACHER 1989, WAIDBACHER et al. 1991, WAIDBACHER et al. 1996A, WAIDBACHER et al. 1996, ZAUNER 1991, ZAUNER et al. 2001).

Durch den Bau des Kraftwerkes Wien/Freudenau ist die freie Fließstrecke der österreichischen Donau wiederum verkürzt worden. Im Zuge des Kraftwerksbaus wurden Ausgleichshabitate errichtet, welche neue Strukturen und Lebensräume für die Flussfauna darstellen. Diese Arbeit soll nun zeigen, in welchem Umfang diese neu geschaffenen Strukturen auf der Donauinsel als Ausgleichs- bzw. Kompensationshabitate der Fisch- bzw. Benthalfauna dienen.

Im Folgenden werden die fischökologischen und benthosbiozönotischen Untersuchungen separat dargestellt.

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

2. Fischökologischer Teil

2.1 Untersuchungsgebiet und Methodik

2.1.1 Standorte und Aufnahmezeitraum

In den Jahren 1998 bis 2000 wurden fischökologische Untersuchungen an den Standorten 1 bis 9 durchgeführt, welche sich alle am rechten Donauinselufer im Einflussbereich des Kraftwerkes Wien/Freudenau befinden. Bei einer Längsgliederung des Staubereiches in einen Zentral-, Übergangs- und Stauwurzelbereich lassen sich die neu geschaffenen Habitate diesen wie folgt zuordnen:

Tab. 1: Lagebezeichnung der zu untersuchenden Standorte.

Sampling sites at the Donauinsel.

Längsgliederung des Stauraums	Strom-km	Untersuchungsstandort	
Stauwurzel	1935,9 bis 1936,0	Standort 9	ca. 3 km flussab Beginn Donauinsel
Übergangsbereich	1932,8 bis 1932,9	Standort 8	
	1930,8 bis 1930,9	Standort 7	
	1928,8 bis 1928,9	Standort 6	
	1926,5 bis 1926,6	Standort 5	flussab Reichsbrücke
Zentralstau	1925,6 bis 1925,7	Standort 4	
	1924,5 bis 1924,6	Standort 3	flussab Ostbahnbrücke
	1923,0 bis 1923,1	Standort 2	
	1922,2 bis 1922,3	Standort 1	

Der Beprobungszeitraum erstreckt sich im Untersuchungsjahr 1999 von Juni bis Oktober, im Untersuchungsjahr 2000 von Juni bis November. Zusätzlich wurden im Frühjahr 1999 an den Untersuchungsstellen Fischlarvendriftbesammlungen durchgeführt, ausgewählte Ergebnisse dieser Versuche werden wiedergegeben.

2.1.2 Methodik zur Erhebung der Fischfauna

Durch die Verwendung verschiedener Methoden können Artenspektrum, Fischdichten und Populationsaufbau (die gefangenen Fische werden vermessen und teilweise gewogen) der vorhandenen Fischzönosen genau erfasst werden. Die Methoden sind durch unterschiedliche Selektivität gekennzeichnet (HEPP 1987, ZAUNER et al. 1993, WAIDBACHER et al. 1996). Sie werden getrennt voneinander betrachtet, damit die Ergebnisse miteinander vergleich- und kombinierbar bleiben.

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Im Rahmen dieser Arbeit kommen aufgrund der Fragestellung und der Größe bzw. Tiefe der untersuchten Gewässerabschnitte folgende Methoden zum Einsatz:

- Elektrobefischung
  - Rückenaggregat
  - Bootsbefischung
- Uferzugnetzbefischung
- Driftnetzbefischung

Elektrobefischung

Fische reagieren charakteristisch auf ein Gleichstromfeld. Das beeinflusste Individuum richtet sich aktiv zur Anode aus, schwimmt in deren Richtung (Galvanotaxis) und wird im Bereich der Anode narkotisiert (Galvanonarkose) (MUUS & DAHLSTRÖM 1974, COWX & LAMARQUE 1990, MEYER-WAARDEN et al. 1965). Galvanotaxis und Galvanonarkose wirken sowohl art- als auch größenselektiv. Die betäubten Fische werden gekeschert, nach Taxazugehörigkeit bestimmt, vermessen, gewogen und anschließend wieder rückversetzt. Diese Art der Befischung kann als semiquantitativ eingestuft werden (SPOLWIND 1996).

Um das Wirkungsfeld der Elektroden der Gewässergröße bzw. deren Tiefe anpassen zu können, werden die Beprobungsstandorte mithilfe von Rückenaggregaten und speziell adaptierten Elektrofangfischbooten besammelt (ZAUNER 1993, WAIDBACHER et al. 1996, SPOLWIND 1996).

Rückenaggregate werden zur Befischung von Ufer- und Flachwasserbereichen verwendet. Es wird mit dem Gerät langsam stromauf gewatet und mit der Polstange (Anode) werden die zu untersuchenden Bereiche abgesucht. Durchgeführte Punktuntersuchungen dienen zur Charakterisierung von Flachwasserbereichen, welche von Juvenilstadien als Lebensraum genützt werden (KUMMER et al. 1998). Dabei wird der Fangpol zehn Sekunden im Wasser exponiert und die narkotisierten Fische werden gekeschert.

Bei speziell adaptierten Alubooten ragen bugseits bis zu sechs Anoden ins Wasser. Ein 5-kW- bzw. 12-kW-Stromaggregat dient zur Stromversorgung. Die Kathoden bestehen aus Kupferbändern, welche seitlich ins Wasser ragen. Mit diesen speziell adaptierten Befischungsbooten kann die Fangmethode auf unterschiedliche Rahmenbedingungen, wie zum Beispiel Gewässertiefe etc., abgestimmt werden (ZAUNER 1993, WAIDBACHER et al. 1996).

Bei hohen Fischdichten, geringer Sichttiefe oder hohen Strömungsgeschwindigkeiten können aus methodischen Gründen nicht alle Fische gekeschert werden. Daher wird bei jeder Befischung zusätzlich der Fangerfolg protokolliert. Der Fangerfolg ist der prozentuelle Wert der gekescherten Fische bezogen auf die gesichteten Fischzahlen (SPOLWIND 1996).

Jungfische, die im Freiland nicht auf Taxazugehörigkeit bestimmt werden können, werden in 4-%-Formollösung fixiert und anschließend im Labor bestimmt (WIESNER 2001).

Uferzugnetzbefischung

Diese Befischungsmethode kommt vor allem in Flachwasserbereichen zur Erfassung von Jung- und Kleinfischen zum Einsatz. Das Uferzugnetz mit einer Maschenweite von 2 mm weist eine Netzhöhe von 1 m und zwei Netzflügel mit jeweils 5 m auf. Die Auswertung dieser Befischungsmethode erfolgt mittels „catch per unit effort"-Werten.

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Driftnetzbefischung

Mit dieser Methode wird die passive (stromabwärts gerichtete) Drift im Längsverlauf des Stauraumes des Kraftwerkes Wien/Freudenau untersucht. Die Beprobungsfläche besteht aus einem gleichseitigen Dreieck mit einem Gesamtquerschnitt von 720 cm^2. Daran befindet sich ein 130 cm langer Fangsack, der sich nach hinten verjüngt. Die Maschenweite beträgt im vorderen Teil des Fangsackes 0,85 mm, im letzten Viertel nur mehr 0,50 mm (SPOLWIND 1996).

Die Driftnetze werden mit Torstangen frei beweglich (damit sich die Driftnetze einem sich veränderten Wasserstand anpassen können) mit der Spitze des Dreiecks nach unten normal zur Fließrichtung von 22.00 bis 24.00 Uhr exponiert (SPOLWIND 1996).

2.1.3 Datenanalyse

Auswertung mittels n (10 min)$^{-1}$- bzw. n (100 m)$^{-2}$-Werte

Es werden zur besseren Vergleichbarkeit Länge und Breite der Befischungsstrecke sowie Befischungszeit und Fangerfolg im Freiland aufgenommen. Der Fangerfolg ist der geschätzte Prozentsatz der tatsächlich gefangenen Individuen von einer Grundgesamtheit aller gesichteten Fische. Bei den Elektrobefischungen werden die Daten der Einzelbefischungen auf ein einheitliches Zeitmaß gerechnet (gefangene Individuen pro 10 Min.), wobei der Fangerfolg berücksichtigt wird. Bei den Uferzugnetzbefischungen werden die Daten auf Individuen pro 100 m^2 befischte Substratfläche berechnet, damit ein Vergleich mit nachfolgenden Untersuchungen gewährleistet ist (SPOLWIND 1996).

Clusteranalysen

Die Einteilung und Charakterisierung der Einzelgewässer und Gewässerabschnitte nach definierten Variablen wurde über Clusteranalysen versucht.

Mittels Clusteranalysen lassen sich Objekte einer Objektmenge so zu Gruppen (Clustern) zusammenfassen, dass die Objekte innerhalb einer Gruppe möglichst homogen, die Gruppen untereinander aber möglichst heterogen sind. Der Analyse liegt eine bivariate Datenmatrix zugrunde. Für die Clusterbildung wurde die Clusteranalyse nach Ward angewendet (WARD 1963). Es handelt sich um ein hierarchisches Verfahren, bei dem die paarweisen Distanzen zwischen den Objekten berechnet und zwei Objekte mit der geringsten Distanz (hier: quadrierte euklidische Distanz) zu einem Cluster fusioniert werden. Von den nun vorhandenen Clustern werden wieder die beiden am wenigsten unähnlichen Cluster zu einem zusammengefasst. Dies wird mehrfach wiederholt, bis am Ende dieses Prozesses sämtliche Einzelobjekte zu einem Gesamtcluster zusammengefasst sind und in einem Dendrogramm dargestellt werden können (BROSIUS 1995, BORTZ 1993).

Darstellung mittels gruppierter Boxplots

Boxplots dienen der Veranschaulichung der Verteilung von Werten in einer oder mehreren Variablen. Der Boxplot besteht aus einer Box, die vom ersten und dritten Quartil (25 bzw. 75 Percentil) begrenzt wird und deren Linie den Median repräsentiert. Der Median ist jener Wert der Verteilung, ober- und unterhalb dessen 50 % der Verteilung liegen. Die Box gibt den Bereich an, in dem 50 % der Fälle der Verteilung liegen. Die Breite dieses Kästchens gibt einen Hinweis auf die Streuung der Werte dieser Gruppe. Die Lage des Medians innerhalb des Kästchens gibt Hinweis auf die Symmetrie der Schiefe. Liegt er in der Mitte, ist die Verteilung symmetrisch,

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

liegt er zu einer Seite verschoben, ist sie schief. Zusätzlich geben die Querstriche am Ende der jeweiligen Längsachse (oberes und unteres „Barthaar") die höchsten bzw. niedrigsten Werte an, die keine „Extremwerte" bzw. „Ausreißer" sind. Die Werte, die außerhalb liegen, werden als Extremwerte (mit * gekennzeichnet) bzw. Ausreißer (durch einen kleinen Kreis gekennzeichnet) ausgewiesen (BROSIUS 1995).

Mann-Whitney-Test (nicht parametrisches Verfahren)

Der Mann-Whitney-Test prüft, ob eine Variable in zwei unabhängig voneinander erhobenen Gruppen (Stichproben) aus einer gleichen Grundgesamtheit stammt. Das Verfahren beurteilt Unterschiede hinsichtlich der zentralen Tendenz von Verteilungen. Bei dem Test werden Rangplätze zugrunde gelegt. Aus der Reihenfolge der Werte der beiden Gruppen wird eine Testvariable U ermittelt, die zur Prüfung der Nullhypothese (d. h., die Variable hat in beiden Grundgesamtheiten die gleiche Verteilung) gegen die H1-Hypothese (d. h., die Variable ist in beiden Grundgesamtheiten ungleich verteilt) dient (BORTZ 1993).

2.2 Ergebnisse und Diskussion

2.2.1 Elektrobefischungen

Im Zuge der fischökologischen Erhebungen der vorliegenden Arbeit wurden in den neu geschaffenen Uferstrukturen am linken Donauufer im Bereich der Donauinsel in den Untersuchungsperioden 1999 und 2000 insgesamt 124 Einzelbefischungen durchgeführt. Tabelle 2 gibt eine detaillierte Aufstellung der Beprobungsmethoden und des Umfanges wieder.

Bei den Befischungen 2000, welche im Rahmen der gegenständlichen Beweissicherung in den Untersuchungsjahren 1999/2000 des Kraftwerkes Wien/Freudenau durchgeführt wurden, konnten 46 Fischarten im Hauptstrom auf Wiener Stadtgebiet nachgewiesen werden. In den neu geschaffenen Strukturen der Donauinsel wurden davon 38 Fischarten dokumentiert, das sind mehr als 80%. Tabelle 3 zeigt eine Aufgliederung der nachgewiesenen Fischtaxa im Donaustrom und in den Uferhabitaten.

Tab. 2: Anzahl der Befischungen mit den jeweiligen Methoden nach den verschiedenen Beprobungsstandorten geordnet.

Number of the investigations according to the methods and sampling sites.

	Handaggregat		E-Bootsbefischung		Uferzugnetz		
Standort	1999	2000	1999	2000	1999	2000	Summe
1	4	5					9
2	5	4	5	1	3		18
3	4	5		3	3	7	22
4	2	4			2	1	9
5	2	6					8
6	4	2			2	2	10
7	3	1			1	3	8
8	5	2		2			9
9	8	6	1	1	9	6	31
Summe	37	35	6	7	18	19	

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Tab. 3: Auflistung der nachgewiesenen Fischtaxa in den Untersuchungsabschnitten und der Donau. Die dokumentierten Fischtaxa im Donausystem wurden während der Beweisaufnahme des Kraftwerkes Wien/Freudenau im selben Zeitrahmen aufgenommen. Die Fischtaxa sind nach der Rheophilie von SCHIEMER & WAIDBACHER (1992 und 1998) geordnet. Die drei ökologischen Gilden (Ö. G.) sind mit unterschiedlichen Grautönen hinterlegt. Die nicht hinterlegten Fischtaxa zählen nicht zur einheimischen Fischfauna (Systematik nach KOTTELAT 1997). RA ... rheophil A; RB ... rheophil B; EU ... euryök; ST ... stagnophil; KT ... katarob; EX ... exotisch; x ... vorhanden.

Fishtaxa found in the investigated area at the Danube. The period of the investigation at the sampling site and the Danube are the same. The three ecological guilds (SCHIEMER & WAIDBACHER 1992; SCHIEMER & WAIDBACHER 1998) were marked with different tinting greys. White coloured fish taxas are not parts of the typical Austrian fish community (systematics by KOTTELAT 1997).

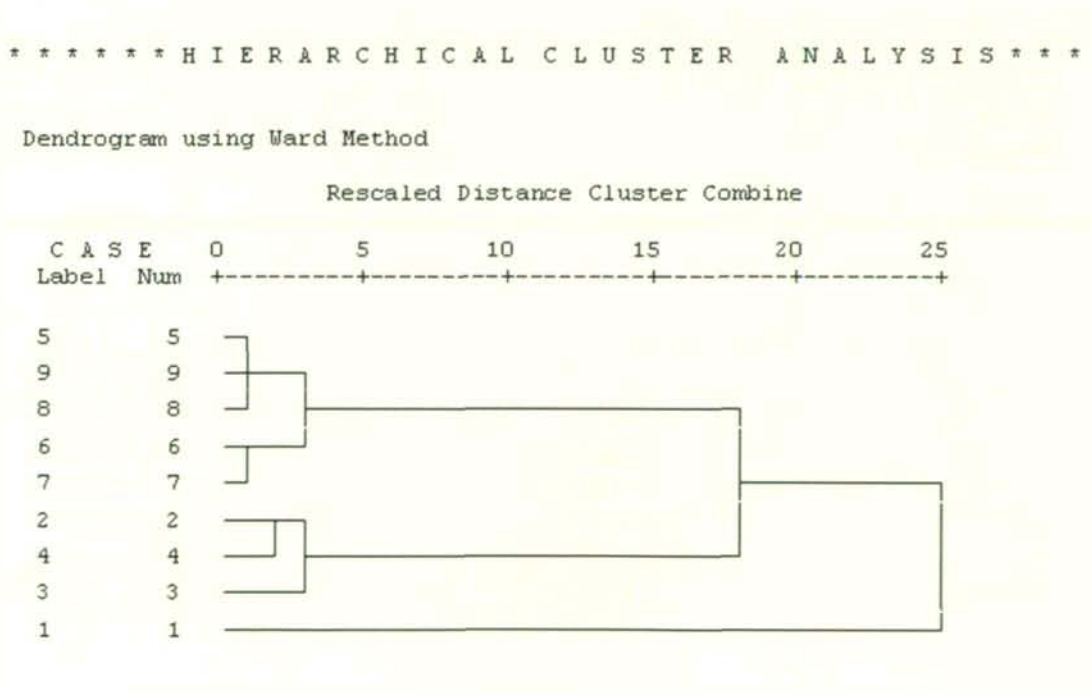
Fischart	Wissenschaftl. Artname	Ö. G.	Donaustrom ohne Uferhabitate	Uferhabitate
Bachforelle	*Salmo trutta forma fario*	RA	x	x
Huchen	*Hucho hucho*	RA	x	
Regenbogenforelle	*Oncorynchus mykiss*	RA	x	
Nase	*Chondrostoma nasus nasus*	RA	x	x
Barbe	*Barbus barbus*	RA	x	x
Frauennerfling	*Rutilus pigus virgo*	RA	x	x
Hasel	*Leuciscus leuciscus*	RA	x	x
Aitel	*Leuciscus cephalus*	RA	x	x
Rußnase	*Vimba vimba*	RA	x	x
Weißflossengründling	*Gobio albipinnatus*	RA	x	x
Schmerle	*Barbatula barbatula*	RA	x	x
Koppe	*Cottus gobio*	RA	x	x
Donaukaulbarsch	*Gymnocephalus baloni*	RA	x	x
Streber	*Zingel streber*	RA	x	
Zingel	*Zingel zingel*	RA	x	x
Schrätzer	*Gymnoceph. schraetser*	RA	x	x
Nerfling	*Leuciscus idus*	RB	x	x
Zobel	*Abramis sapa*	RB	x	
Zope	*Abramis ballerus*	RB	x	
Sichling	*Pelecus cultratus*	RB	x	x
Schied	*Aspius aspius*	RB	x	x
Steinbeißer	*Cobitis taenia*	RB	x	x
Gründling	*Gobio gobio*	RB	x	x
Aalrutte	*Lota lota*	RB	x	x
Aal	*Anguilla anguilla*	KT	x	x
Hecht	*Esox lucius*	EU	x	x
Rotauge	*Rutilus rutilus*	EU	x	x
Laube	*Alburnus alburnus*	EU	x	x
Güster	*Blicca björkna*	EU	x	x
Brachse	*Abramis brama*	EU	x	x
Giebel	*Carassius auratus gibelio*	EU	x	x
Barsch	*Perca fluviatilis*	EU	x	x
Zander	*Sander lucioperca*	EU	x	x
Marmorgrundel	*Proterorhinus marmoratus*	EU	x	x
Kesslergrundel	*Neogobius kessleri*		x	x
Schwarzmundgrundel	*Neogobius melanostomus*		x	
Wels	*Silurus glanis*	EU	x	x
Kaulbarsch	*Gymnocephalus cernuus*	EU	x	x
Karpfen	*Cyprinus carpio*	EU	x	x
Rotfeder	*Scardinius erythrophthalmus*	ST	x	x
Bitterling	*Rhodeus sericeus amarus*	ST	x	x
Schleie	*Tinca tinca*	ST	x	x
Wolgazander	*Sander volgensis*	ST	x	
Stichling	*Gasterosteus aculeatus*	ST	x	x
Amur	*Ctenopharyngodon idella*	EX	x	
Zwergwels	*Ictalurus nebulosus*	EX	x	x

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Der Stauraum des Kraftwerkes Wien/Freudenau kann in die funktionsökologischen Bereiche Stauwurzel, Übergang und Zentralstau geteilt werden. Betrachtet man die Lage der Habitate nun in diesem Längsverlauf, so lässt sich eine Zonierung anhand der Fischartenanzahlen für drei ökologische Gilden nach SCHIEMER & WAIDBACHER (1992 und 1998, BALON 1975, BALON 1981) erkennen (s. Abb. 1). Die Stauwurzel wird durch eine rheophile Fischfauna geprägt (s. Abb. 2). Die Laube, der euryöken Gilde zugehörig, wird als charakterisierende Kleinfischart der österreichischen Donau (WAIDBACHER 1998) in diesem Stauabschnitt ebenfalls in hohen Abundanzen gefangen. Weitere Vertreter der euryöken und der stagnophilen Gilden (*Gasterosteus aculeatus*) werden nur in geringen Individuenhäufigkeiten nachgewiesen. Der „Übergangsbereich" wird im Stauraum Wien/Freudenau durch geringe Individuenhäufigkeiten in den Beprobungsstandorten gekennzeichnet (s. Abb. 3). Die Uferhabitate des Zentralstaubereiches sind durch eine euryöke bzw. indifferente Fischfauna charakterisiert (WAIDBACHER 1989). Stagnophile Elemente kommen zwar im Vergleich zu den anderen Stauabschnitten (Stauwurzel und Übergangsbereich) verstärkt vor, können aber offensichtlich nur eingeschränkt reproduzieren, da – wie für den Stauraum Altenwörth beschrieben – die Temperaturverhältnisse im Zentralstaubereich nicht ausreichend bzw. keine entsprechenden Laichhabitate vorhanden sind (WAIDBACHER 1989). Es werden auch in Wien/Freudenau zur Zeit vorwiegend nur adulte Individuen nachgewiesen.

Abb. 1: Hierarchische Clusteranalyse nach WARD (1963); als Variable wird die Fischtaxaanzahl der jeweiligen Gilden nach SCHIEMER & WAIDBACHER (1992 und 1998) verwendet.

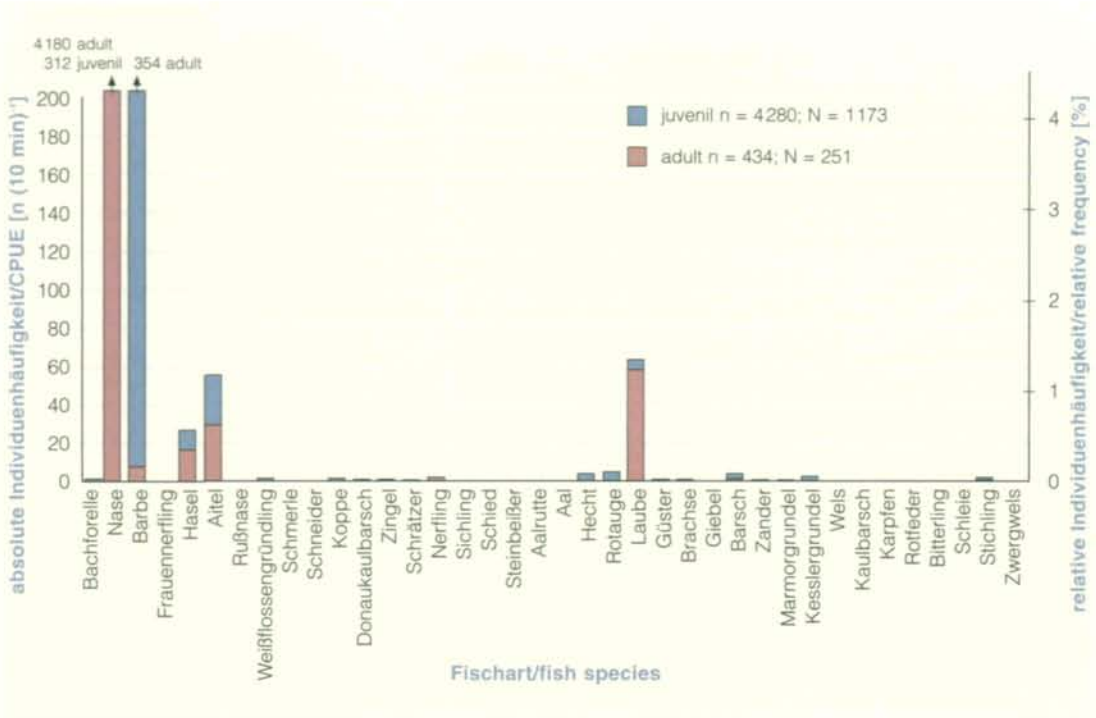
Hierarchical cluster analysis of WARD (1963). The variable are the fish taxa quantity of the guilds from SCHIEMER & WAIDBACHER (1992 und 1998).



© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Abb. 2: Vergleich der mittels Elektrobefischung im Stauwurzelbereich (Standort 9) nachgewiesenen Fischarten. Die Balken zeigen zusätzlich den jeweiligen Anteil an Juvenil- und Adulttieren wieder. Die helle Schattierung dokumentiert die juvenilen Fische, während die dunkle Schattierung den dunklen Anteil wiedergibt. n = für den Fangerfolg gemittelte, fangerfolgskorrigierte Individuendichten pro 10 Min. Befischungszeit; N = tatsächlich gefangene Individuen.

Fish faunal distribution according fish species at the sampling site nr. 9 (head of the impoundment). The lighter part of the bar chart shows the juvenile fishes, the darker one the adult fishes. n = average corrected capture rate per 10 min. fishing time CPUE; N = total captured individuals.



Diese Zonierung der Habitate im Längsverlauf des Stauraums kann gut mithilfe der Clusteranalyse nach WARD (1963) dargestellt werden. Als Variable werden Fischartenzahlen der drei ökologischen Gilden nach SCHIEMER & WAIDBACHER (1992 und 1998) eingelesen. Einzelfänge werden nicht berücksichtigt. Standort 1 nimmt durch seine abgeschlossene Lage vom Hauptfluss eine Sonderstellung ein und differenziert sich dadurch komplett. Cluster 2 umfasst alle Untersuchungsstandorte im Zentralstaubereich. Dieser Cluster wird vor allem durch die starke Anwesenheit der euryöken und das Vorhandensein der stagnophilen Gilde (SCHIEMER & WAIDBACHER 1992, SCHIEMER & WAIDBACHER 1998) geprägt. Cluster 3 charakterisiert den Übergangs- bzw. den Stauwurzelbereich, dieser wird von einer strömungsliebenden Fischfauna geprägt, während der stagnophile Gildenanteil sehr gering (Übergangsbereich) bis nicht vorhanden (Stauwurzel) ist (s. Abb. 1).

Anhand der folgenden Ergebnisse werden die neu geschaffenen Strukturen am rechten Donauinselufer näher beschrieben bzw. die Unterschiede der einzelnen Habitate dargestellt.

Abbildung 2 zeigt die vorgefundenen Individuenhäufigkeiten in der Stauwurzel, die Reihung der Fischarten erfolgt nach der Einteilung von SCHIEMER & WAIDBACHER (1992 und 1998).

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

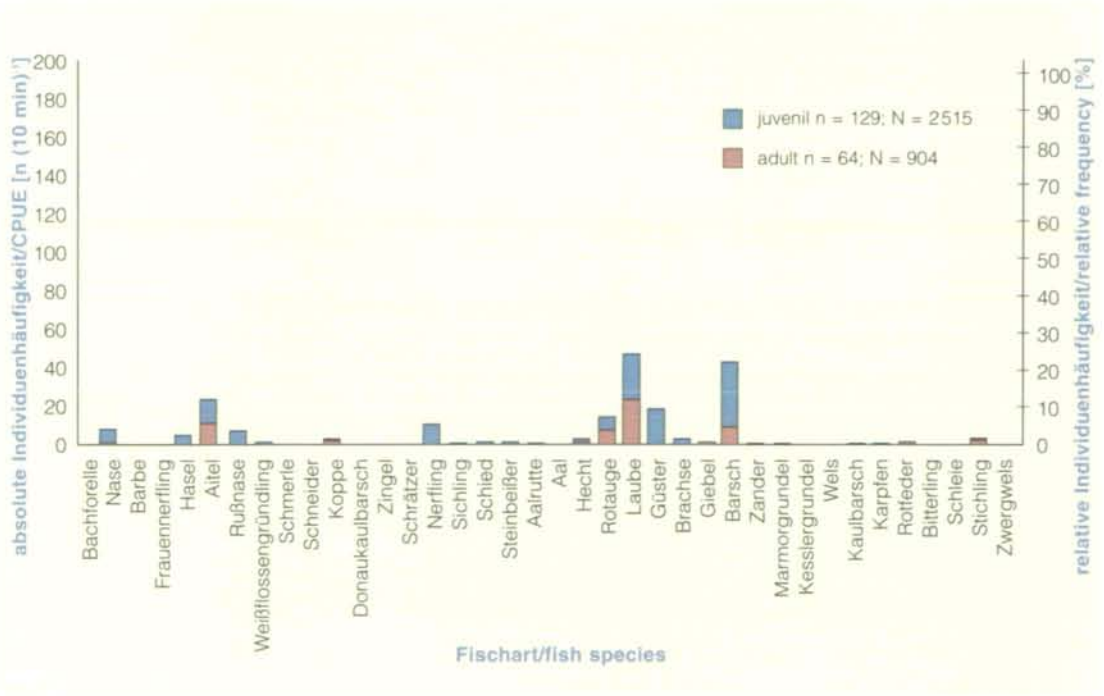
Dieser Abschnitt wird von rheophilen Elementen, insbesondere von den beiden Fischarten Nase und Barbe, stark geprägt. Als dritthäufigste Fischart ist hier die Laube zu nennen, welche als typische Kleinfischart die österreichische Donau stark prägt. Aitel und Hasel sind in ihrer Dominanz ebenfalls stark vertreten. Die restlichen Fischarten treten aufgrund ihrer geringen Abundanz nicht in den Vordergrund, sind für die Charakterisierung dieses Abschnittes aber wichtig. Besonders zu erwähnen sind die Donauperziden wie Zingel und Schrätzer, welche charakterisierende Fischarten einer fließenden österreichischen Donau sind (ZAUNER 1991, SCHIEMER et al. 1994, SPINDLER 1997).

Der Nachweis vorerst nicht heimischer Grundel-Arten konnte ebenfalls in den neu geschaffenen Strukturen erfolgen. Diese 1994 erstmals in Österreich nachgewiesene Fischart (ZWEIMÜLLER et al. 1996) steht durch ihre Lebensweise in Konkurrenz mit anderen heimisch vorkommenden Fischarten, wie zum Beispiel der Koppe (WEISSENBACHER et al. 1998, SEIFERT & HARTMANN 2000).

Es wird auch bei jeder Fischart das Verhältnis zwischen Adulttieren zu Juvenilen dargestellt. Die extrem hohen Fischdichten an Nasen und Barben sind ausschließlich auf Juvenilindividuen

Abb. 3: Vergleich der mittels Elektrobefischung im Übergangsbereich (Standort 5 – Standort 8) nachgewiesenen Fischarten. Die Balken zeigen zusätzlich den jeweiligen Anteil an Juvenil- und Adulttieren wieder. Die helle Schattierung dokumentiert die juvenilen Fische, während die dunkle Schattierung den dunklen Anteil wiedergibt. n = für den Fangerfolg gemittelte, fangerfolgskorrigierte Individuendichten pro 10 Min. Befischungszeit; N = tatsächlich gefangene Individuen.

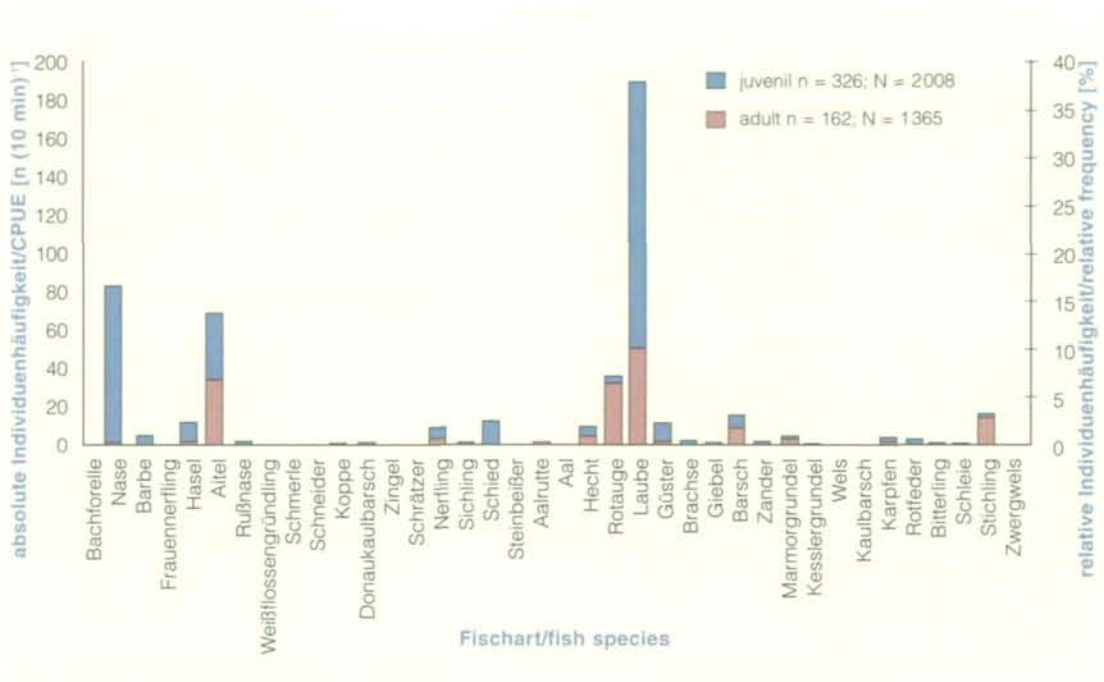
Fish faunal distribution according fish species at the sampling site nr. 5 to 8 (transition zone of the impoundment). The lighter part of the bar chart shows the juvenile fishes, the darker one the adult fishes. n = average corrected capture rate per 10 min. fishing time CPUE; N = total captured individuals.



© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Abb. 4: Vergleich der mittels Elektrobefischung im Zentralstaubereich (Standort 1–Standort 4) nachgewiesenen Fischarten. Die Balken zeigen zusätzlich den jeweiligen Anteil an Juvenil- und Adulttieren wieder. Die helle Schattierung dokumentiert die juvenilen Fische, während die dunkle Schattierung den dunklen Anteil wiedergibt. n = für den Fangerfolg gemittelte, fangerfolgskorrigierte Individuendichten pro 10 Min. Befischungszeit; N = tatsächlich gefangene Individuen.

Fish faunal distribution according fish species at the sampling site nr. 1 to 4 (nearest part of the weir). The lighter part of the bar chart shows the juvenile fishes, the darker one the adult fishes. n = average corrected capture rate per 10 Min. fishing time CPUE; N = total captured individuals.



zurückzuführen. Bei einem Verhältnis von 97 : 3 von Juvenil- zu Adulttieren bei der Nase sieht man deutlich, dass es sich hier ausschließlich um Juvenile handelt. Die Barbe als zweithäufigste Fischart in diesem Abschnitt weist ein ähnliches Verhältnis von 98 : 2 von Juvenil- zu Adulttieren auf.

Der Übergangsbereich, Standort 5 bis Standort 8, wird durch die allgemein geringe Individuendichte gekennzeichnet. Dieser Stauabschnitt wird von euryöken Fischarten wie Laube, Flussbarsch und rheophilem Aitel geprägt (siehe Abb. 3). Der Aitel stellt durch die breite Toleranzkurve jedoch keine hohen Ansprüche an den Lebensraum und kann daher als keine gute Zeigerart angesehen werden. Diese Fischart kommt häufig in anthropogen veränderten, strukturlosen Gewässern vor (STRAIF 2001).

Dieser Abschnitt wird von den Abmessungen auch eher von kleinräumigeren, stark mit Weiden zugewachsenen Habitaten geprägt.

Der flussab unterst gelegenste Abschnitt stellt den Zentralstaubereich dar. Dieser Abschnitt wird aufgrund der stark veränderten hydrologischen Verhältnisse am stärksten beeinträchtigt. So erfahren diese Bereiche flussab des so genannten „Kipppegels" bei Wasserstandsänderungen

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

einen gegenläufigen Verlauf des Wasserstandes. Bei Hochwasser sinkt der Wasserstand im Staubereich flussab des Kipppegels, dadurch sind in diesen Bereichen eines Stauraums gestaltete Uferstrukturbereiche schwer zu managen, da sie bei Hochwasser durch den sinkenden Wasserstand trockenfallen können. Die Fischfauna sucht aber bei kontinuierlich steigendem Wasserstand – dies lässt die Fische auf ein herannahendes Hochwasser schließen – in den Uferbereichen Schutz. So kann es schließlich vorkommen, dass nun Schutz suchende Fische in solchen ausfließenden „Tümpeln" gefangen werden.

Der Zentralstaubereich wird abundanzmäßig mit durchschnittlich über 180 gefangenen Individuen pro 10 Min. von der Laube geprägt. Es sind auch hier mehr juvenile Individuen als adulte anzutreffen. Der hohe Anteil an Nasen (sie stellt hier die zweithäufigste Fischart) wurde zu Beginn der Untersuchung nicht erwartet. Vor allem der extrem hohe Anteil an juvenilen Individuen zeigt auf, dass diese neu geschaffenen Strukturen für gewisse Stadien von rheophilen Fischarten von hoher ökologischer Bedeutung sind. Der Aitel als Ubiquist tritt in anthropogen veränderten Gewässerabschnitten mitunter häufig auf. Er wird auch in diesem Abschnitt als dritthäufigste Fischart angetroffen (vgl. Übergangsbereich). Das Rotauge, hier die vierthäufigste Fischart, besiedelt als euryöke Art oft Gewässer mit „veränderten" Lebensräumen.

In diesem Abschnitt konnten stillwasserliebende Fischarten wie Rotfeder und Schleie, die typische Vertreter der Augewässerfischfauna sind, nicht nur als Einzelfänge nachgewiesen werden (SCHIEMER & WAIDBACHER 1998, SPOLWIND 1999).

Wenn man abschließend die drei Staubereiche miteinander vergleicht, so kann eine deutliche Differenzierung dieser Abschnitte gezeigt werden. Die Stauwurzel wird durch die beiden rheophilen Fischarten Nase und Barbe stark geprägt. Hier ist der hohe Anteil an Juveniltieren besonders zu erwähnen. Der Übergangsbereich kann durch die generell geringen Abundanzen von Fischen der euryöken Gilde charakterisiert werden. Der am stärksten veränderte Bereich des Stauraums wird vor allem von euryöken Elementen dominiert. Der Anteil der stagnophilen Gruppe kann nur bedingt als ortstypisch angesehen werden. Nicht erwartet wurde der sehr hohe Anteil von juvenilen Nasen im Bereich des zentralen Stauraums.

2.2.2 Uferzugnetzbefischungen

Mithilfe der Uferzugnetzbefischungen können Juvenile bzw. Kleinfischarten in flachen zugänglichen Uferstrukturen nachgewiesen werden. Diese Methode sollte, wenn es die Uferbeschaffenheiten erlauben, immer als ergänzende Befischungsmethode eingesetzt werden (ZAUNER et al. 2001).

Es werden im Rahmen dieser Arbeit die Verhältnisse in zwei ausgesuchten Standorten näher beschrieben. Es sollen zwei in ihrer Lage im Staubereich sehr unterschiedliche Habitate miteinander verglichen werden. Der Zentralstaubereich wird durch den Standort 3 sehr gut widergespiegelt. Er zeichnet sich durch die geringe Strömung, die vorhandenen Makrophyten und durch die sich daraus ergebende Strukturierung aus. Dieser Standort kann als ein „kleinräumig stehender Nebenarm" angesehen werden. Im Gegensatz dazu wird der Standort 9 – dieser befindet sich in der Stauwurzel – ständig durchflossen und hat demnach ein sehr geringes Makrophytenaufkommen. Er ist am besten als kleiner, ständig durchflossener „Nebenarm" der Donau zu charakterisieren.

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

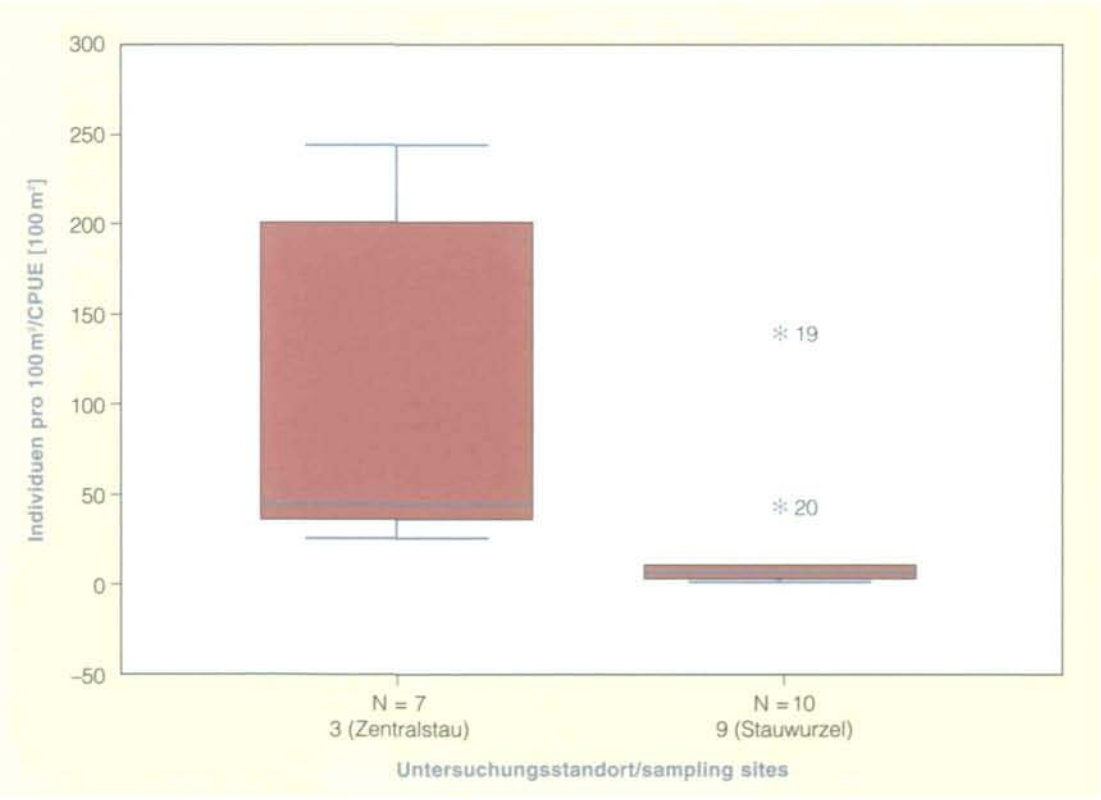
Der Unterschied zwischen diesen beiden Standorten wird mittels Boxplotdarstellung und anschließendem statistischen Test dargestellt.

Abbildung 5 zeigt die Boxplotdarstellung der beiden Standorte. Im Standort 3 nehmen die Minimal- und Maximalwerte einen Bereich von 25 bis 248 Individuen pro 100 m² befischter Substratfläche ein. Der Medianwert liegt bei 43 Individuen pro 100 m². Das heißt: In diesem Fall liegen 50 % aller nachgewiesenen Werte unter 50 Individuen pro Fangeinheit. Die Werte der Verteilung im Standort 9 sind von denen des Standortes 3 sehr unterschiedlich. So beträgt die Spannweite des Standortes 9 nur 17 Individuen bei Aussparung der Extremwerte. Diese Konstanz der Fänge ist höchst erstaunlich, immerhin liegen Datensätze von zehn Beprobungen vor.

Anschließend wird mithilfe eines Mann-Whitney-Tests, es liegt keine Normalverteilung vor, auf Unterschiede getestet. Die Nullhypothese, dass sich die beiden Verteilungen nicht unterscheiden, wird mit einer Signifikanz von 0,005 zurückgewiesen. Das bedeutet, die beiden Standorte unterscheiden sich bezüglich der Individuenzahlen der nachgewiesenen Juveniltiere bzw. Kleinfischarten höchst signifikant (s. dazu Tab. 4).

Abb. 5: Vergleich der beiden Standorte 3 und 9 bei Uferzugnetzbefischung der gefangenen Individuen. Die Werte werden zur Vergleichbarkeit auf Individuen pro 100 m² gerechnet.

Comparison of two samplings sites (monitoring site 3 and 9) by the method of riparian net fishing in case of individuals. The data were shown in CPUE.



© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Tab. 4: Ergebnis der Mann-Whitney-Teststatistik zur Überprüfung auf Gleichheit der beiden Untersuchungsstandorte 3 (Zentralstau) und 9 (Stauwurzel) in Bezug auf gefangene Individuendichten bei Uferzugnetzbefischungen.

Result of the Mann-Whitney statistical test analysis by testing the two sampling sites 3 and 9 in case of the abundance of the individuals by the method of riparian net fishing.

Mann-Whitney-Test

Ränge

	STANDORT	N	Mittlerer Rang	Rangsumme
n (100 m²)	3	7	12,93	90,50
	9	10	6,25	62,50
	Gesamt	17		

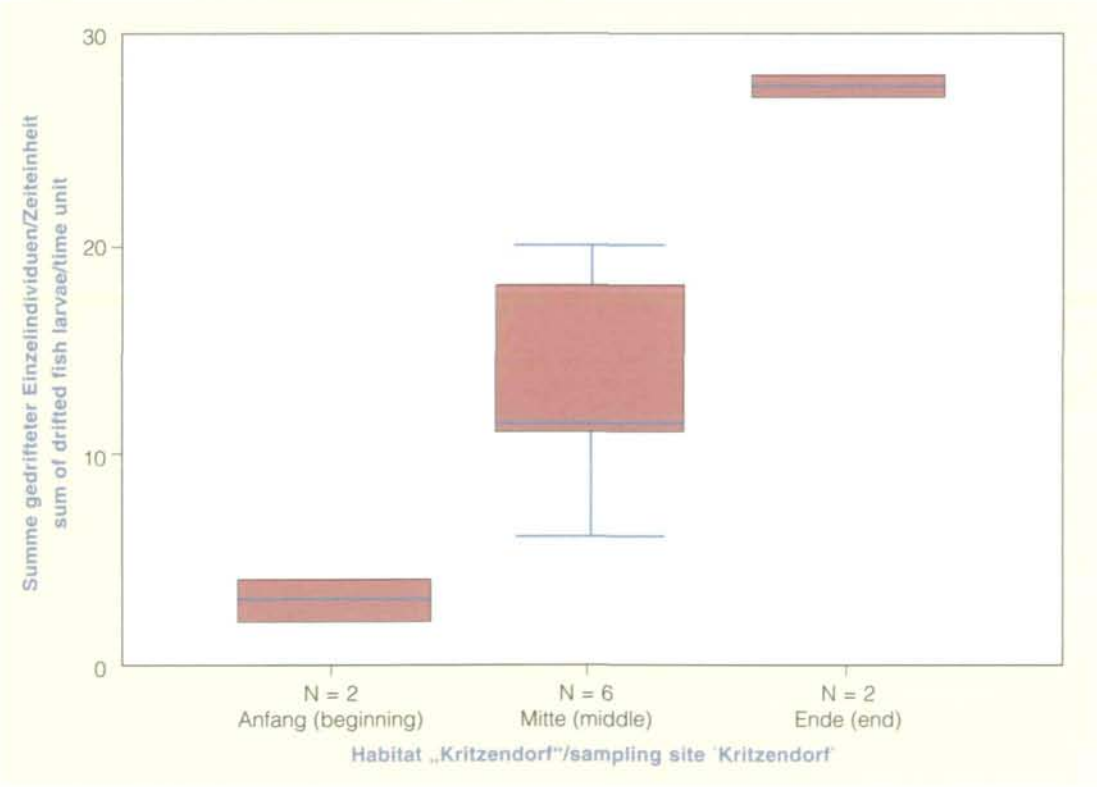
Statistik für Test[a]

	n (100 m²)
Mann-Withney-U	7,500
Wilcoxon-W	62,500
Z	–2,687
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,007
Exakte Signifikanz [2*(1-seitig)]	,005[a]

[a] Nicht für Bindungen korrigiert
[b] Gruppenvariable: STANDORT

Abb. 6: Vergleich der Larvendriftuntersuchung im Bereich der Stauwurzel; es wird die Larvendrift an drei verschiedenen Bereichen, Beginn, Mitte und Ende des Untersuchungsgebietes, in Kritzendorf gemessen.

Comparison of the larval drift at the head of the impoundment. The three sampling sites are the beginning, the middle and the end of the sampling area.



© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

2.2.3 Larvendrift

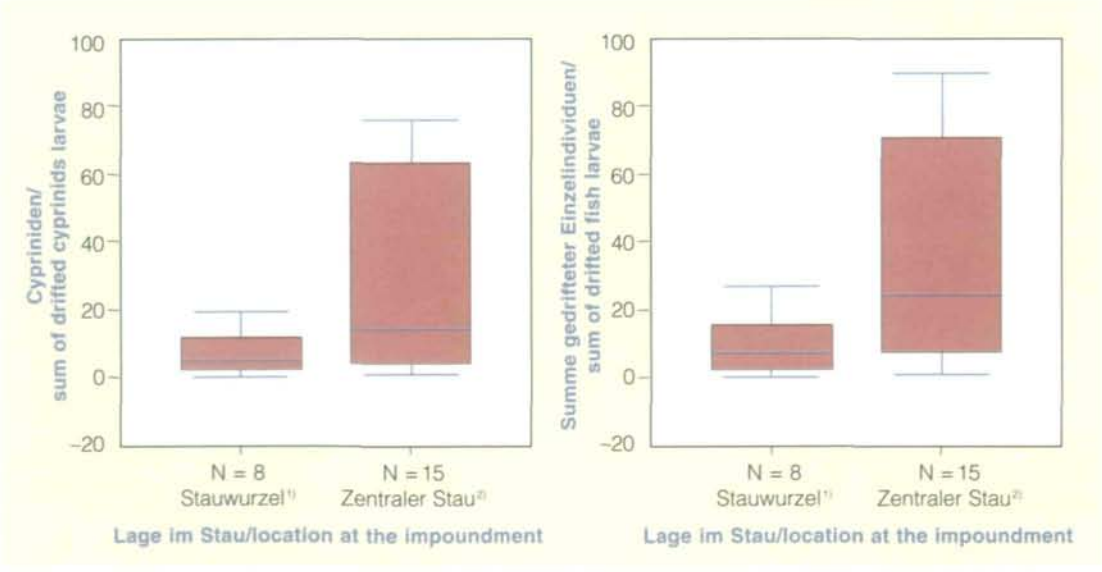
Dieser Ergebnisteil beinhaltet die Untersuchungen der Larvendrift. Die Driftuntersuchungen wurden an jeweils einem Standort im Bereich der Stauwurzel und im Zentralstaubereich durchgeführt. Die Driftnetze im Bereich der Stauwurzel wurden jedoch nicht beim Standort 9 an der Donauinsel exponiert, sondern am rechten Donauufer im Bereich des Strandbades Kritzendorf bei Strom-km 1943,7 sowie bei Strom-km 1938,5. Dieser Standort im Bereich der Stauwurzel liegt zwar außerhalb des im Rahmen dieser Arbeit gewählten Bearbeitungsgebietes. Er hat jedoch für die Stauwurzelsituation volle Gültigkeit.

Die folgenden Ergebnisse sollen einen Vergleich zur Laichaktivität in unterschiedlichen Stauabschnitten von Wien/Freudenau zeigen.

In Abbildung 6 kann die Zunahme der Larvendrift im Bereich der Stauwurzel dokumentiert werden. Als „Anfang" werden die Bereiche flussauf des Kritzendorfer Strandbades bezeichnet. Hier zeigt die Boxplotdarstellung nur geringe Driftraten. An den flussab gelegenen Beprobungsstellen der Stauwurzel werden die höchsten Driftraten registriert. Vergleicht man nun die gesamten Driftuntersuchungen mit jenen des Zentralstaus, so kann eine deutliche Zunahme der Driftraten in Richtung Stau bemerkt werden (s. Abb. 7). Splittet man die gedrifteten Larven in Cypriniden und „Nicht"-Cypriniden auf, zeigt sich ein ähnliches Ergebnis, die Driftrate bei Cyprinidenlarven im Zentralstaubereich ist deutlich höher als jene im Stauwurzelbereich. Diese Ergebnisse belegen eine Laichaktivität im Bereich der Stauwurzel. In Abbildung 8 werden die unterschiedlichen Habitatansprüche von juvenilen Nasen im ersten Lebensjahr dargestellt.

Abb. 7: Vergleich der gedrifteten Larven, gemessen im Stauwurzelbereich und im Zentralstaubereich; die rechte Boxplotdarstellung zeigt die gesamte Larvendrift im Stauwurzel- und im Zentralstaubereich; bei der linken Boxplotdarstellung wird die Cyprinidendrift im Stauwurzel- und Zentralstaubereich wiedergegeben.

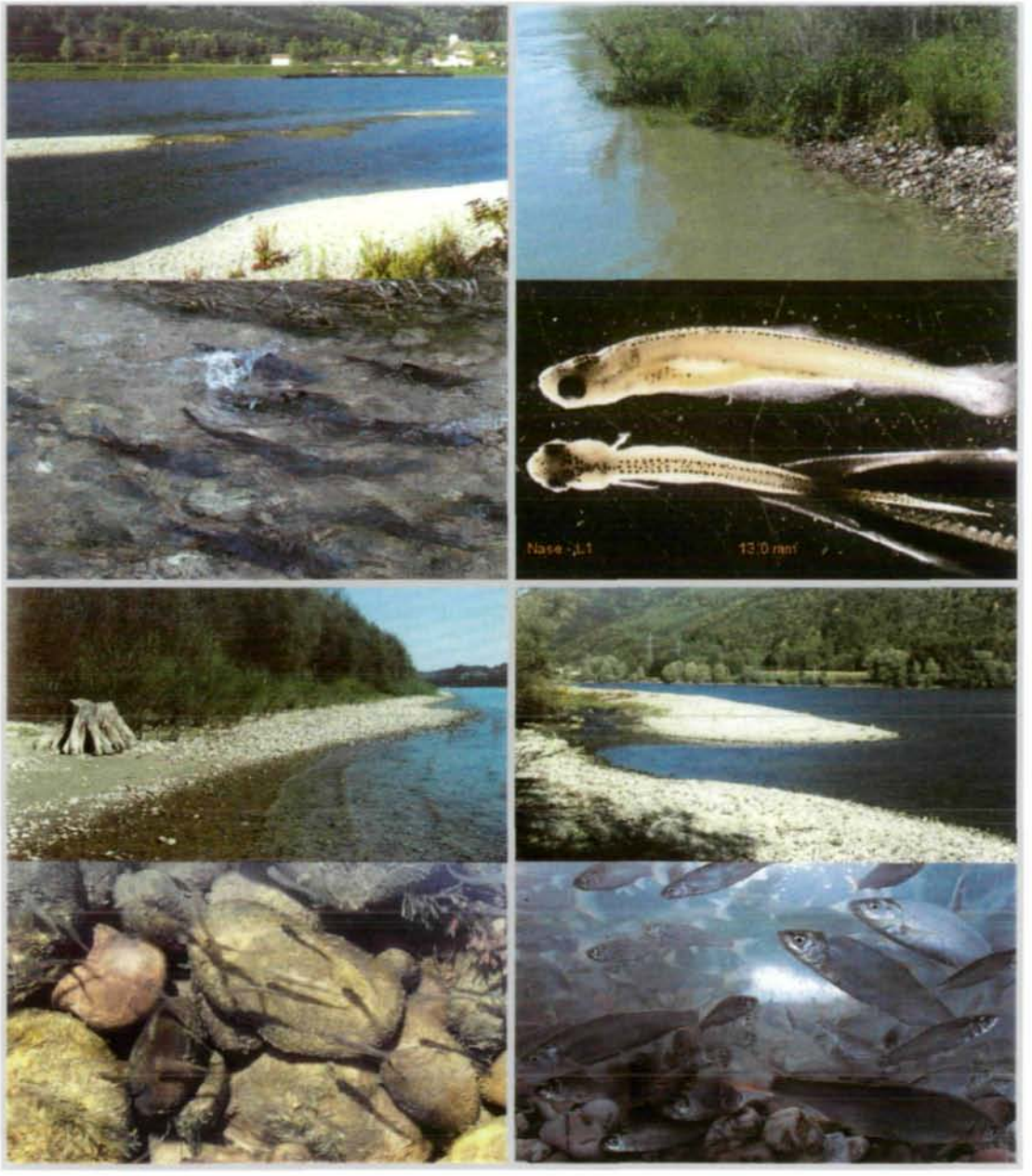
Comparison of the larval drift at the head of the impoundment[1] and the nearest site of the weir[2]. The right box plot shows all individuals who are drifting, the left box plot shows only the drifting larvae of the cyprinids.



© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Abb. 8: Darstellung der saisonalen Einnischung von Jungnasen im ersten Lebensjahr. Fotos: G. Zauner

Description of the seasonal nice occupancy of juvenile nase in the first live year.



© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

3. Benthologischer Teil

3.1 Untersuchungsgebiet und Untersuchungstermine

Quantitative Aufsammlungen der Bodenfauna erfolgten an den drei Untersuchungsstandorten bei Strom-km 1926,5, 1928,8 und 1936,0 zwischen September 1999 und November 2000 an insgesamt fünf Terminen. Bei der Auswahl der Untersuchungstermine wurde darauf geachtet, dass jahreszeitliche Aspekte abgedeckt wurden. Zusätzlich wurden bei Strom-km 1936,0 (Monitoringstandort 9) im Oktober 1999 und Juli 2000 „Freeze Corer"-Proben entnommen, um die sedimentologische Charakteristik der Kiesbank und ihre benthische Besiedlung bis in 60 cm Sedimenttiefe unterhalb der Oberfläche zu studieren (siehe Tab. 5).

3.2 Methodik

3.2.1 Biologische Probennahmemethodik

Die quantitative Besammlung der aquatischen Bodenfauna erfolgte an allen Standorten mittels Hess-Sampler (HESS 1941, SURBER 1934). Das in dieser Studie benutzte Lunzer Modell besteht aus einem Plastikrohr (Durchmesser: 20 cm, Höhe: 50 cm) mit einem mit Netzstoff (0,1 mm

Tab. 5: Probentermine und Probenstellen an den Monitoringstandorten der Donauinsel. HS: Hess-Sampler. FC: Freeze Corer. Bio: biologische Untersuchung (Sedimentfauna). Granulo.: sedimentologische Untersuchung.

Sampling dates and sampling sites at the Donauinsel: HS: Hess Sampler. FC: Freeze Corer. Bio: biological samples (sediment fauna). Granulo: sedimentological samples.

Datum	Strom-km	beprobte Tiefe (cm)	Bereich	Sediment-oberfläche	Methode	Analysen
09.09.99	1926,5	0–10	–	überströmt	HS	Bio
21.02.00	1926,5	0–10	–	überströmt	HS	Bio
05.05.00	1926,5	0–10	–	überströmt	HS	Bio
06.07.00	1926,5	0–10	–	überströmt	HS	Bio
08.11.00	1926,5	0–10	–	überströmt	HS	Bio
09.09.99	1928,8	0–10	–	überströmt	HS	Bio
21.02.00	1928,8	0–10	–	überströmt	HS	Bio
05.05.00	1928,8	0–10	–	überströmt	HS	Bio
06.07.00	1928,8	0–10	–	überströmt	HS	Bio
08.11.00	1928,8	0–10	–	überströmt	HS	Bio
09.09.99	1936,0	0–10	–	überströmt	HS	Bio
29.10.99	1936,0	0–60	I	trocken	FC	Bio, Granulo
29.10.99	1936,0	0–60	II	trocken	FC	Bio, Granulo
29.10.99	1936,0	0–60	III	trocken	FC	Bio, Granulo
21.02.00	1936,0	0–10	–	überströmt	HS	Bio
05.05.00	1936,0	0–10	–	überströmt	HS	Bio
06.07.00	1936,0	0–10	–	überströmt	HS	Bio
13.07.00	1936,0	0–60	I	überströmt	FC	Bio, Granulo
13.07.00	1936,0	0–60	II	überströmt	FC	Bio, Granulo
08.11.00	1936,0	0–10	–	überströmt	HS	Bio

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Maschenweite) bespannten Fenster an der Vorderseite und einem Sammelnetz gleicher Maschenweite an der Hinterseite. Innerhalb des auf der Sedimentoberfläche aufgesetzten Gerätes wird das Substrat mit einem Schraubenzieher bis zu einer Tiefe von etwa 20 cm aufgewühlt. Das aufgewirbelte Sediment und die Fauna werden in das Sammelnetz befördert. Wasser, welches durch das vordere Fenster einströmt, unterstützt diesen Vorgang. Zu kritisieren ist bei dieser Methode die geringe und nicht exakt definierte Sammeltiefe. Da die Donaufauna die obersten Sedimentschichten bevorzugt besiedelt, ist dieser Fehler als klein zu erachten. In gegenständlicher Untersuchung wurden pro Untersuchungsstandort und Termin je drei Parallelproben gezogen.

Zusätzlich zu den Hess-Sampler-Aufsammlungen wurde die Schotterbank bei Strom-km 1936,0 mittels „Freeze Core"-Methode mit „in situ"-Elekropositionierung (BRETSCHKO & KLEMENS 1986, BRETSCHKO & LEICHTFRIED 1990) beprobt, um Information darüber zu erhalten, inwieweit die benthische Fauna auch tiefere Bereiche des Sedimentbodens besiedelt. Zur Probennahme werden das Corer-Rohr und die Elektroden bis in 60 cm Tiefe mit einem Vorschlaghammer eingeschlagen. Das Einschlagen verscheucht die bewegliche Fauna, sodass eine zumindest dreitägige Ruhepause eingelegt werden muss, bevor mit der weiteren Prozedur fortgefahren werden kann. Durch das Anlegen eines 600-V- und 50-Hz-Wechselstromfeldes an den Elektroden (Dauer 5 Min.) wird die Fauna in Corernähe paralysiert oder getötet. Sofort nach der Elektrobehandlung wird flüssiger Stickstoff im Inneren des Corer-Rohres zum Verdampfen gebracht und so das Sediment-/Wasser-Gemisch mit der darin enthaltenen Biozönose außen am Corer-Rohr festgefroren. Anschließend wird das Corer-Rohr mit der angefrorenen Probe mit einem Hebezeug extrahiert. In überströmten Bereichen kommt es während der Elektrobehandlung zum Abschwemmen von Tieren, die sich an der Sedimentoberfläche befinden. Ein übergestülpter Hess-Sampler fängt die abdriftenden Organismen auf. Bei der Auswertung werden diese der obersten Schicht zugezählt. Eine genaue Beschreibung und Diskussion der Methode ist in BRETSCHKO & KLEMENS (1986) gegeben. Die extrahierte Probe wird anschließend mit Hammer und Meißel in Schichten mit 10 cm Dicke zerlegt und von jeder Schichtprobe das Volumen bestimmt. Im Labor wird die Fauna vom Sediment abgetrennt (Maschenweite: 0,1 mm) und mithilfe eines Stereomikroskops auf dem Niveau des niedrigsten, direkt ansprechbaren Taxons ausgezählt. Alle biologischen Werte werden auf das Schichtvolumen unter einem Quadratdezimeter Oberfläche umgerechnet.

3.2.2 Sedimentologische Probennahmemethodik und Sedimentwasserspiegellagen

Vertikal geschichtete Sedimentproben wurden ebenfalls mit der N_2-Freeze-Core-Methode entnommen (BRETSCHKO & KLEMENS 1986). Diese wurden wie die Cores für die biologische Probennahme behandelt. Im Labor erfolgte eine Nass- und Trockengewichtsbestimmung der Proben. Aus dem Wassergehalt, der Korngrößenverteilung und dem spezifischen Gewicht lassen sich Gesamtporenvolumen und Porenvernetzung ableiten. Anschließend wird das getrocknete Sediment der granulometrischen Analyse zugeführt. Die Ermittlung der Sedimentwasserspiegellagen in oberflächlich trockenen Bereichen erfolgt durch Einschlagen und geodätisches Einmessen von Sonden (Piezometer), die am unteren Ende perforiert sind, sodass Wasser eindringen kann. Anschließend wird die Distanz zwischen der Sedimentoberfläche und dem Sedimentwasserspiegel gemessen und mit der Topographie des Untersuchungsbereiches verknüpft.

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

3.3 Ergebnisse

3.3.1 Benthische Biozönosen der Sedimentoberflächen

Die Biozönosen der Sedimentoberflächen wurden bei Strom-km 1926,5, 1928,8 und 1936,0 mittels quantitativer Hess-Sampler Proben untersucht. Es wurden je drei Parallelproben pro Probentermin und Probenstelle genommen, um Aussagen über die kleinräumige Verteilung der Fauna machen zu können. Die Probentermine wurde so gewählt, dass saisonale Aspekte abgedeckt wurden (Tab. 5).

Aus den geschlämmten Proben wurden während des Aussortierens die Tiere am Niveau unterschiedlich hoher, aber leicht ansprechbarer Taxa aufgetrennt und gezählt („Großgruppen"). Die während der Sortierarbeit durchgeführte taxonomische Differenzierung umfasst 27 Taxa. Aus technischen Gründen (Verfügbarkeit der Experten) werden nur ausgewählte Taxa bis zur Art bzw. zum Genus aufgeschlüsselt (Tab. 6).

Auffällig für alle drei untersuchten Bereiche ist die hohe Dominanz von Nematoden, Chironomiden und Oligochaeten, die, über alle Proben gemittelt, beinahe 80 % der Biozönose dominieren. Die drei untersuchten Bereiche unterscheiden sich darin nur geringfügig: Im Nebengerinne bei Strom-km 1926,5 bestimmen diese drei Taxa 77 % der Gesamtfauna, in der Bucht bei Strom-km 1928,8 geht der Wert geringfügig auf 66 % zurück und steigt an der Schotterbank bei Strom-km 1936,0 auf 90 % an (Tab. 7). Verglichen mit dem Nebengerinne und der Bucht treten an der Schotterbank die Chironomiden zugunsten von Oligochaeten und vor allem Nematoden zurück. Dieses Dominanzmuster ist ähnlich der Stromsohle (SCHÖNBAUER & BRETSCHKO in Vorb.). Crustacea (Cyclopoida, Ostracoda, Cladocera, Harpacticoida, Amphipoda und der Isopode *Jaera istri*) sowie Gastropoda, Insecta (Ephemeroptera und Trichoptera)

Tab. 6: Gruppen, die beim Aussortieren unterschieden wurden, und Taxazahlen (Bestimmung auf Gattungs-, Art- bzw. Artgruppenniveau. (-): Es erfolgte keine Art-/Gattungsbestimmung. (*) Bestimmung auf Art-/Gattungsniveau bei Drucklegung noch nicht abgeschlossen. Anordnung nach ILLIES (1967) und WEBER (1966).

Broad taxonomic units distinguished during sorting and their number of taxa (determination to genus-level, species and groups of species respectively. (-): no determination to species and/or genus level. (*) determination not finished. Arrangement after ILLIES (1967) and WEBER (1966).

Großgruppe	Taxazahl	Großgruppe	Taxazahl
Hydrozoa	(-)	Harpacticoida	(*)
Turbellaria	(-)	Calanoida	(*)
Nematoda	(-)	Isopoda	1
Gastropoda	(*)	Mysidacea	1
Bivalvia	1	Amphipoda	(*)
Polychaeta	1	Collembola	(-)
Oligochaeta	(*)	Ephemeroptera	5
Coccons	(-)	Odonata	1
Hirudinea	4	Heteroptera	2
Tardigrada	(-)	Coleoptera	6
Hydracarina	(-)	Trichoptera	18
Cladocera	(*)	Diptera-partim	8
Ostracoda	(*)	Chironomidae	(*)
Cyclopoida	(*)		

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

und der Polychaet *Hypania invalida* kommen in mittleren Abundanzen vor. Hier unterscheidet sich die Schotterbank von den beiden anderen Habitaten in ihrer relativen Taxaverteilung: Cyclopoida, Ostracoda und Cladocera sind insbesondere in der Bucht bei Strom-km 1928.8 abundant und treten mit zunehmender Konnektivität zum Hauptstrom quantitativ zurück, während die typischen Vertreter von Donaustauen (*Hypania invalida*, *Jaera istri* und verschiedene Arten von Amphipoda, insbesondere *Corophium curvispinum*) in ihrer Bedeutung zunehmen (Tab. 7). Bereits anhand dieser Großgruppendominanzen kann der Gradient unterschiedlich enger hydrologischer Anbindung der drei untersuchten Habitate zum Hauptstrom abgelesen werden.

Besiedlungsdichten

Vergleicht man die mittleren Besiedlungsdichten in den drei untersuchten Bereichen, so zeigt sich, dass Nebengerinne (Strom-km 1926.5) und Buchtstruktur (Strom-km 1928,8) etwa gleich große mittlere Abundanzen aufweisen und die Kiesbank bei Strom-km 1936,0 in geringfügigem

Tab. 7: Relative Anteile der taxonomischen Großgruppen gemittelt über alle Probenstellen und in den Untersuchungsbereichen (arithmetisches Mittel und 95%-Vertrauensbereiche).

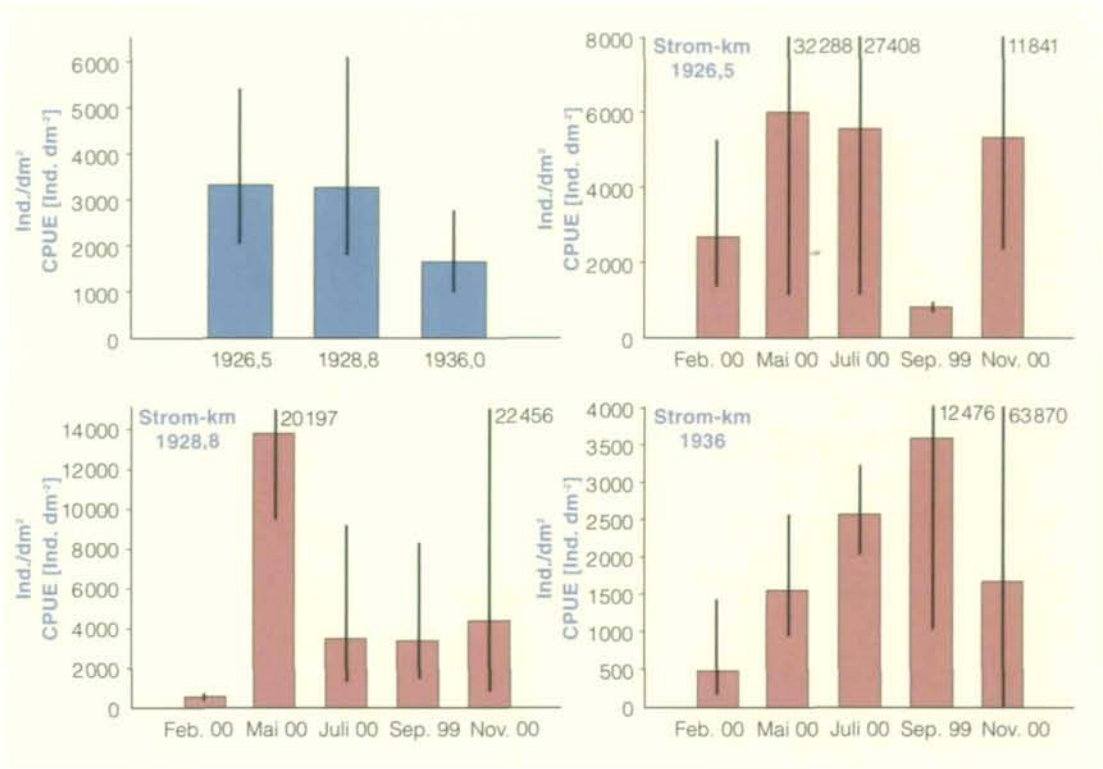
Relative distribution of broad taxonomic units. Grand mean over all sites and at study sites (arithmetic means and 95% confidence limits).

	Gesamt		Strom-km 1926,5		Strom-km 1928,8		Strom-km 1936,0	
	Mittelwert	± CL	Mittelwert	± CL	Mittelwert	± CL	Mittelwert	± CL
Nematoda	**42,48**	6,91	**44,33**	14,29	**25,35**	8,19	**57,76**	8,04
Chironomidae	**18,68**	4,71	**17,26**	6,43	**31,26**	9,69	**7,53**	2,81
Oligochaeta	**16,76**	4,10	**15,81**	6,70	**9,87**	2,41	**24,60**	9,63
Cyclopoida	**5,30**	1,74	**5,39**	2,99	**9,45**	3,33	**1,07**	0,80
Ostracoda	**4,14**	1,55	**3,67**	2,02	**8,57**	3,15	**0,17**	0,22
Cladocera	**4,01**	1,93	**4,67**	4,44	**7,30**	3,33	**0,05**	0,10
Harpacticoida	**2,49**	0,75	**3,81**	1,12	**2,36**	1,75	**1,30**	0,82
Gastropoda	**1,18**	0,68	**1,56**	1,53	**1,51**	1,38	**0,47**	0,69
Polychaeta	**1,08**	0,99	**0,52**	0,59	**0,003**	0,005	**2,72**	2,96
Ephemeroptera	**1,03**	0,52	**0,14**	0,09	**2,93**	1,02	**0,01**	0,01
Amphipoda	**0,69**	0,29	**0,57**	0,36	**0,24**	0,29	**1,26**	0,72
Hydracarina	**0,61**	0,56	**1,26**	1,66	**0,01**	0,01	**0,58**	0,61
Isopoda	**0,41**	0,29	**0,02**	0,02	**0,001**	0,002	**1,21**	0,77
Trichoptera	**0,26**	0,16	**0,07**	0,04	**0,28**	0,16	**0,44**	0,45
Tardigrada	**0,17**	0,16	**0,49**	0,48			**0,01**	0,03
Oligochaeta Coccons	**0,12**	0,10	**0,04**	0,04	**0,02**	0,04	**0,29**	0,29
Collembola	**0,12**	0,14			**0,0005**	0,0011	**0,35**	0,41
Heteroptera	**0,12**	0,08			**0,34**	0,23	**0,01**	0,01
Hirudinea	**0,11**	0,11	**0,08**	0,10	**0,25**	0,33		
Turbellaria	**0,10**	0,14	**0,19**	0,40	**0,01**	0,02	**0,10**	0,20
Hydrozoa	**0,08**	0,07	**0,10**	0,15	**0,13**	0,16		
Diptera partim	**0,04**	0,02	**0,03**	0,02	**0,04**	0,06	**0,05**	0,05
Mysidacea	**0,02**	0,02	**0,001**	0,001	**0,05**	0,06		
Coleoptera	**0,01**	0,01	**0,004**	0,007	**0,01**	0,01	**0,03**	0,02
Bivalvia	**0,003**	0,004			**0,01**	0,01	**0,004**	0,009
Calanoida	**0,003**	0,006			**0,01**	0,02		
Odonata	**0,0001**	0,00			**0,0002**	0,0005		

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Abb. 9: Mittlere Abundanzen und 95%-Vertrauensbereiche der Gesamtfauna, berechnet nach einer log (x+1)-Transformation. Links oben: Mittel über alle Termine (je Untersuchungsbereich: n = 15), rechts oben und unten: Mittelwerte der drei Parallelproben je Termin und Stelle. Obere Vertrauensgrenzen teilweise als Zahlenwert dargestellt.

Mean densities of the total fauna and their 95% confidence limits calculated after log (x+1) transformation. Upper, left: means calculated for the sampling sites (each site: n = 15); upper, right and lower row: means of the 3 replicates per date/site. Some upper confidence limit are represented as numbers.



Maße weniger dicht besiedelt ist (Abb. 9). Die niedrigste Abundanz lag bei etwa 324 Individuen/dm² (Kiesbank Strom-km 1936,0 im November 2000) und die höchste Besiedlungsdichte wurde in der Bucht Strom-km 1928,8 im Mai 2000 mit 15856 Individuen/dm² nachgewiesen. Die Unterschiede zwischen den Monitoringstandorten sind jedoch in keinem Falle signifikant (ANOVA: $F_{2,42} = 2{,}544$, $P > 0{,}091$) bei Varianzenhomogenität (Levene-Test: $F_{2,42} = 3{,}6$, $P < 0{,}7$). Unterschiede in der Besiedlungsdichte innerhalb der beprobten Habitate sind größer als zwischen den Standorten (weite Vertrauensbereiche). Es gibt Termine mit deutlich niedrigeren mittleren Abundanzen der Gesamtfauna (z. B. im September bei Strom-km 1916,5 und im Februar bei Strom-km 1928,8) als der Durchschnitt, jedoch ohne ein Muster erkennen zu lassen. Nur die Kiesbank zeigt eine Tendenz zu geringeren Abundanzen im Winter und zu höheren Abundanzen im Spätsommer. Die Unterschiede in den Besiedlungsdichten zwischen den Untersuchungsterminen sind jedoch in keinem der Bereiche signifikant, da die kleinräumige Heterogenität innerhalb eines Untersuchungstermins (große Vertrauensbereiche) saisonale Muster nicht in Erscheinung treten lässt.

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Biozönotische Analysen

Bereits die Großgruppendominanzen lassen, wie bereits besprochen, die unterschiedlich enge hydrologische Konnektivität der drei untersuchten Habitate zum Stauraum erkennen. Anhand des Arteninventars wird dieser Zusammenhang deutlicher ablesbar, obwohl bis dato die Bestimmung der Taxa auf Gattungs- und Artniveau noch nicht abgeschlossen ist und für die bestandsbildenden Taxa noch nicht vorliegt. Es kann daher zur Zeit nur ein Teilaspekt behandelt werden. Unterschiede in der biozönotischen Zusammensetzung der benthischen Fauna (Tab. 8) machen die vorhandenen Unterschiede der Habitate deutlich.

Tab. 8: Vorkommen der Arten in den untersuchten Bereichen (vorläufige Ergebnisse). *: Bestimmung auf Art-/Gattungsniveau nicht abgeschlossen.

Species found at the investigated sites (preliminary results). *: determination not finished.

Taxon	1926,5	1938,8	1936,0	Taxon	1926,5	1938,8	1936,0
Hydrozoa	x	x		**Odonata**			
Turbellaria	x	x	x	*Coenagrion* sp.		x	
Nematoda	x	x	x	**Heteroptera**			
Gastropoda	x	x		*Corixa* sp. juv.		x	
Ancylus fluviatilis	x		x	*Corixini* juv.	x	x	x
Gastropoda juv./fragm.	x	x	x	**Coleoptera**			
Physidae Gen. sp. juv.	x			*Dytiscidae* Gen. sp. juv.	x		
Planorbidae Gen. sp.	x	x		*Elmidae* Gen. sp. juv.	x	x	x
Potamopyrgus antipodarum	x	x	x	*Gyrinidae* Gen. sp.		x	x
Radix ovata	x	x		*Haliplus* sp.		x	
Bivalvia				*Hydrophilidae* Gen. sp.		x	
Casertiana sp.		x	x	*Oulimnius* sp.			x
Polychaeta				**Trichoptera**	x	x	x
Hypania invalida	x	x	x	*Agraylea multipunctata*		x	
Oligochaeta	x	x	x	*Athripsodes* sp. juv.	x		
Coccons	x	x	x	*Brachycentrus subnubilus*			x
Hirudinea				*Ceraclea annulicornis*		x	
Dina punctata	x	x	x	*Hydropsyche contubernalis*			x
Glossiphoniidae Gen. sp. juv.	x			*Hydropsyche* sp. juv.			x
Helobdella stagnalis	x	x		*Hydroptila* sp.	x	x	
Hirudinea juv.	x	x		*Hydroptilidae* Gen. sp. juv.	x		
Tardigrada	x		x	*Leptoceridae* Gen. sp. juv.	x	x	
Hydracarina	x	x	x	*Mystacides longicornis*		x	
Cladocera*	x	x	x	*Mystacides* sp.		x	
Ostracoda*	x	x	x	*Oecetis ochracea*		x	
Cyclopoida*	x	x	x	*Oecetis* sp.		x	
Harpacticoida*	x	x	x	*Oxyethira flavicornis*		x	
Calanoida		x		*Polycentropodidae* Gen. sp. juv.		x	
Isopoda				*Psychomyia pusilla*	x		x
Jaera istri	x	x	x	*Psychomyidae* Gen. sp. juv.			x
Mysidacea				*Trichoptera* juv.	x		
Limnomysis benedeni	x	x		**Diptera**			
Amphipoda*	x	x	x	*Antocha* sp.	x	x	
Collembola		x	x	*Ceratopogonidae* Gen. sp.	x	x	x
Ephemeroptera	x	x	x	*Dolichopodidae* Gen. sp.			x
Caenis luctuosa	x	x	x	*Hemerodromia* sp.	x		x
Caenis pseudorivulorum		x		*Limonidae* Gen. sp.	x		x
Caenis sp. juv.		x		*Sciomycidae* Gen. sp.	x	x	
Centroptilum luteolum	x	x		*Tipula* sp.	x	x	
Ephemeroptera juv.		x		*Chironomidae**	x	x	x

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Biozönosen aller drei Untersuchungsbereiche sind von epipotamalen Elementen geprägt, wobei je nach lokaler Charakteristik des Habitats und der Exposition bzw. Anbindung zum Stauraum entweder metapotamale bis litorale Elemente stärker hervortreten oder zurückgedrängt werden. Die Bucht bei Strom-km 1928,8 ist dominiert von litoralen Faunenelementen, wie sie für Weiher und Altarme typisch sind. Vertreter der Barbenregion (Epipotamal), der Äschenregion (Hyporhithral) und der Brachsenregion (Metapotamal) sind subdominant, während metarhithrale und hypopotamale Elemente von nur geringer Bedeutung sind. Naturgemäß sind hier hauptsächlich Detritusfresser anzutreffen.

Auf die verlangsamte Strömung im Nebenarm der Donau, der von den drei Habitaten der Staustelle am nächsten gelegen ist, reagiert die Zönose mit einer relativ gleichmäßigen Dominanz von potamalen, litoralen und profundalen (Zönose von Seeböden) Komponenten. Über 50 % der Fauna sind hier aktive Filtrierer, die durch das Erzeugen eines Wasserstromes ihre Nahrung herbeistrudeln (z. B. *Hypania invalida*, *Pisidium* spp. oder die Schwebgarnele *Limnomysis benedeni*).

Den für Stauräume typischen potamalen Charakter mit Litoral- und Profundalaspekt würde man für den Stauwurzelbereich bei Strom-km 1936,0 nicht erwarten, zumal in der Bucht beim Standort 9 10 km flussab sogar noch deutlichere rhithrale Elemente nachgewiesen werden konnten. Die Erklärung dafür liegt wohl in der geschützten Lage, den relativ geringen Strömungsgeschwindigkeiten und im hohen Feinsedimentanteil in diesem Bereich. Es sind hauptsächlich Weidegänger (z. B. *Jaera istri*, *Psychomyia pusilla*), aber auch Detritusfresser (z. B. *Caenis* spp.) anzutreffen (s. Abb. 10).

3.3.2 Sedimentaufbau und Besiedelung der Bettsedimente bei Strom-km 1936,0

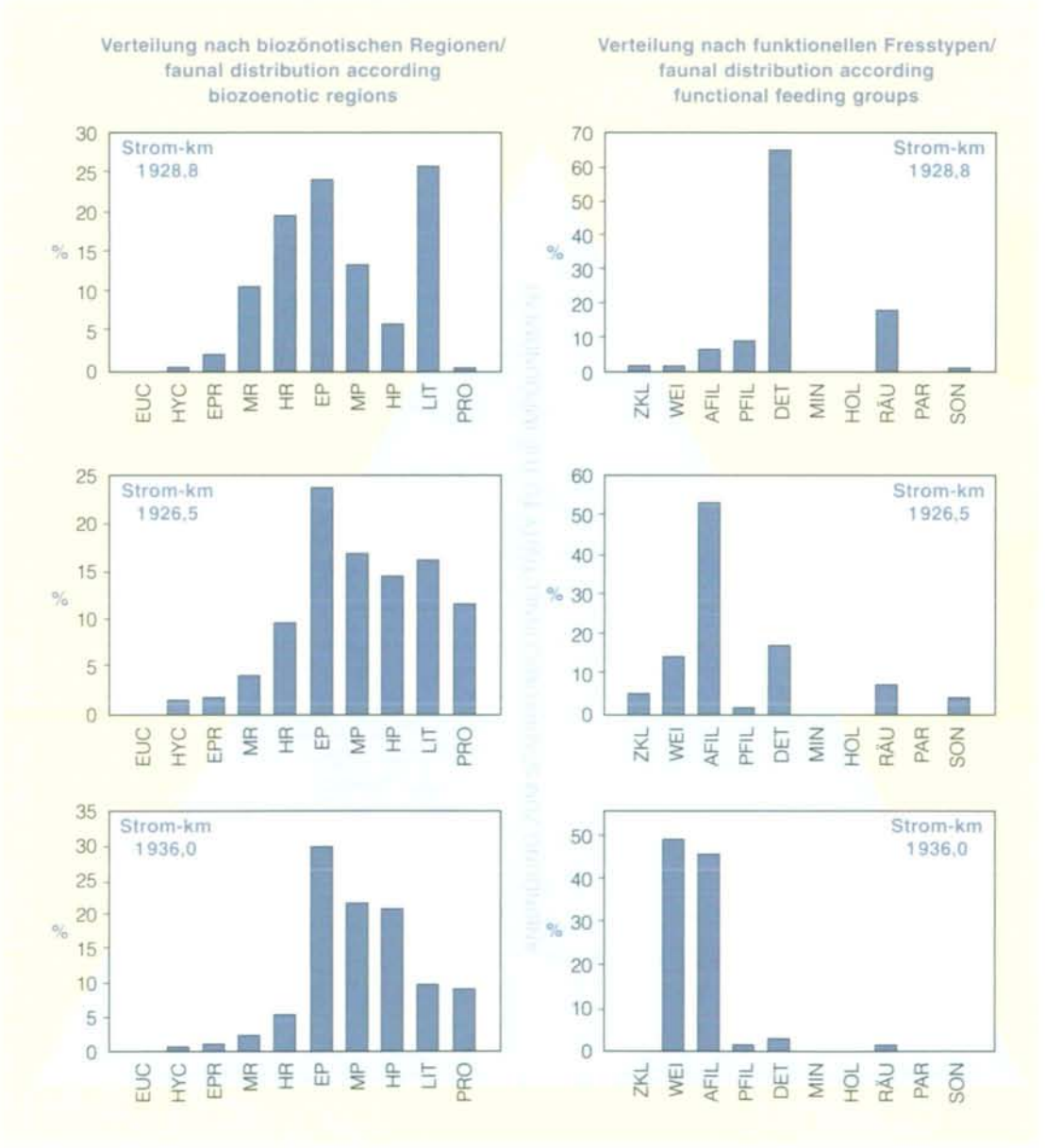
Am Untersuchungsstandort bei Strom-km 1936,0 beträgt der gemittelte mittlere Korndurchmesser etwa 11 mm (Median 10,75 mm, untere und obere 95-%-Vertrauensgrenzen: 8,12 mm bzw. 13,41 mm, n = 26). Der relative Anteil an Feinsedimenten mit einem mittleren Korndurchmesser kleiner als 1 mm ist mit knapp 21 % für Schottersedimente in fluviatilen Systemen als hoch einzustufen (s. Tab. 9 und Abb. 11). Die Anteile an Schotter-, Kies- und Feinsubstrat sind gleichmäßig verteilt. Diese „schlechte" Sortierung der Sedimente ist durch den hohen Sortierungskoeffizienten von größer als 7 zu erkennen (FÜCHTBAUER 1959).

Die Sedimentstruktur ist im gesamten untersuchten Areal äußerst ähnlich und die Sedimente lassen keine vertikale Schichtung erkennen. In überströmten Bereichen besteht eine Tendenz zu geringeren Feinsedimentanteilen in den obersten 10 cm, die kleinräumige Heterogenität des Feinkornanteils lässt jedoch keine signifikanten Unterschiede zwischen trockenen und überströmten Bereichen zu. Das hydrologische Geschehen übt keinen großflächigen strukturierenden Einfluss aus und es überwiegen Sedimentationsvorgänge vor Erosionsvorgängen in diesem strömungsgeschützten, ufernahen Bereich: Wenn der Wasserpegel ansteigt und die Schotterbank überflutet wird, sind die auftretenden sohlnahen Strömungsgeschwindigkeiten nicht groß genug, um Feinsedimente < 1 mm aus der Schotter- und Kiesmatrix auszuwaschen. Andererseits findet Feinkornsedimentation aus dem überstehenden Wasser nicht nur während sinkendem Wasserstand statt, sondern sogar, aufgrund der geringen Strömungsgeschwindigkeiten, in diesem Bereich in Perioden permanenter Überflutung. Die tendenziell höheren Feinkornanteile in der Oberflächenschicht nicht überströmter Bereiche manifestieren sich natürlich auch in den geringeren Quartilswerten. Wenn die Feinsedimentanteile gewichtsmäßig 20 % und mehr

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Abb. 10: Verteilung der Fauna nach biozönotischen Regionen und nach funktionellen Fresstypen in den drei Untersuchungsbereichen (nicht alle Taxa berücksichtigt). Zönosen: EUC: Eukrenal, HYC: Hypokrenal, EPR: Epirhithral, MR: Metarhithral, HR: Hyporhithral, EP: Epipotamal, MP: Metapotamal, HP: Hypopotamal, LIT: Litoral, PRO: Profundal. Ernährungstypen: ZKL: Zerkleinerer, WEI: Weidegänger, AFIL: aktive Filtrierer, PFIL: passive Filtrierer, DET: Detritusfresser, MIN: Blattminierer, HOL: Holzfresser, RÄU: Räuber, PAR: Parasiten, SON: sonstige Ernährungstypen (siehe auch Moog et al. 1995).

Faunal distribution according biozoenotic regions and functional feeding groups at the three sampling sites (not all taxa considered). Zönosis: EUC: Eucrenal, HYC: Hypocrenal, EPR: Epirhithral, MR: Metarhithral, HR: Hyporhithral, EP: Epipotamal, MP: Metapotamal, HP: Hypopotamal, LIT: Litoral, PRO: Profundal. Functional feeding groups: ZKL: Shredder, WEI: grazers, AFIL: active filter feeder, PFIL: passive filter feeder, DET: detritus feeder, MIN: leaf mining, HOL: lignin feeding, RÄU: predator, PAR: parasites, SON: other feeding groups.



© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Abb. 11: Nahaufnahme von Sedimenten in einer Tiefe von 30 bis 45 cm unter der Oberfläche („Freeze Core" aus einem überströmten Bereich bei Strom-km 1936,0; Probennahme: Oktober 1999). Foto: B. Schönbauer

Close up of sediments 30 to 45 cm below the surface (freeze core from an inundated area at river-km 1936,0; sampling date 1999-10).

Tab. 9: Charakteristische sedimentbeschreibende Parameter am Monitoringstandort bei Strom-km 1936,0 (Besammlungstermine: Oktober 1999 und Juli 2000): arithmetische Mittel (M) und 95 %-Vertrauensgrenzen (UG: Untergrenze; OG: Obergrenze). N: Anzahl der Proben. Min.: kleinster beobachteter Wert. Max.: größter beobachteter Wert. Parameter der Sedimente: Q_{50}: Median Q_{25}; Q_{75}: Quartilswerte (mm). S_O: Sortierungskoeffizient. S_K: Schiefe. PV: Porenvolumen (%). <1 mm: Korngrößen Gewichtsprozent kleiner als 1 mm.

Sediments at river-km 1936.0 (sampling dates: 1999-10 and 2000-07). Arithmetic means (M) and their 95 % confidence limits (UG: lower limit, OG: upper limit). N: number of samples. Min.: lowest observed value. Max.: highest observed value. Granulometric parameter of the sediments: Q_{50}: median (mm) Q_{25}; Q_{75}: quartiles (mm). S_O: sorting coefficient. S_K: skewness. PV: porosity (%). <1 mm: relative amount of the grain size class <1 mm.

	N	UG	M	OG	Min.	Max.
Q_{25} (mm)	26	1,03	2,20	3,37	0,06	8,07
Q_{50} (mm)	26	8,12	10,76	13,41	0,09	21,2
Q_{75} (mm)	26	20,93	27,16	33,39	10,41	65,13
S_O	26	5,01	7,15	9,29	2,017	19,694
S_K	26	–3,16	4,07	11,30	0,055	91,777
PV (%)	26	13,81	16,04	18,27	6,18	26,66
<1mm (%)	26	15,38	20,79	26,21	6,49	52,36

erreichen, wirken sich Unterschiede bereits auf das Porenvolumen aus. Auffällig ist die Überverteilung der Werte (große Vertrauensgrenzen, Tab. 9), die eine kleinräumige Heterogenität der Sedimentstruktur widerspiegelt und – wie bereits erwähnt – kaum signifikante Unterschiede zwischen trockenen und überströmten Bereichen in Erscheinung treten lässt. Signifikant unterscheiden sich die beiden Bereiche nur im ersten Quartil (25-%-Wert) und im Sortierungskoeffizienten (Tab. 10).

Entsprechend der Korngrößenzusammensetzung der Sedimente und der wirkenden hydraulischen Drucke sind Schotterkörper unter der trockenen Oberfläche mehr oder weniger durchströmt. Eine großräumige Durchströmung der Bettsedimente erhöht den Kontakt zwischen den Biofilmen und dem Flusswasser mit Inhaltsstoffen (gelöst und ungelöst) und erhöht damit Retention und Stoffwechsel. Weiters kann nur in durchströmten Bereichen die lotische Fauna in tieferen Schichten als artenreiche Biozönose mit großen Resilienz- und Resistenzeigenschaften überleben und damit einen Beitrag zur Selbstreinigung leisten (BRETSCHKO 1995a).

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Tab. 10: Sedimentcharakteristika am Untersuchungsstandort bei Strom-km 1936,0, gemittelt über alle in den beiden Bereichen (T: trocken; Ü: überströmt) genommenen „Freeze Cores" (Probentermine Oktober 1999 und Juli 2000). Arithmetische Mittel (M) und 95 %Vertrauensgrenzen (UG: Untergrenze; OG: Obergrenze). $Q_{25,50,75}$: Quartilenmaße in mm S_O: Sortierungskoeffizient. S_K: Schiefe. PV: Porenvolumen (%). <1 mm: relativer Gewichtsanteil der Korngrößenklasse kleiner als 1,0 mm. N: Probengröße. Vergleich der trockenen und überströmten Bereiche (t-Test für unabhängige Stichproben): t: Teststatistik. df: Freiheitsgrade. Sig: Signifikanzniveau bei 2-seitiger Fragestellung. P (Wahrscheinlichkeit): n. s.: nicht signifikant. *signifikanter Unterschied (P<0.05).

Granulometric characteristics at river-km 1936,0 calculated for freeze cores in dry and inundated areas (T: dry; Ü: inundated) at the sampling dates: 1999-10 and 2000-07. arithmetic means (M) and their 95 % confidence limits (UG: lower limit, OG: upper limit). $Q_{25,50,75}$: quartiles (mm). S_O: sorting coefficient. S_K: skewness. PV: porosity (%). <1 mm: relative amount of the grain size class <1 mm. N: number of samples. comparison of dry and inundated areas (t-test for independent samples): t: t value. df: degrees of freedom. Sig: 2-tailed significance. P (probability): n. s.: not significant. *signifikant difference (P<0,05).

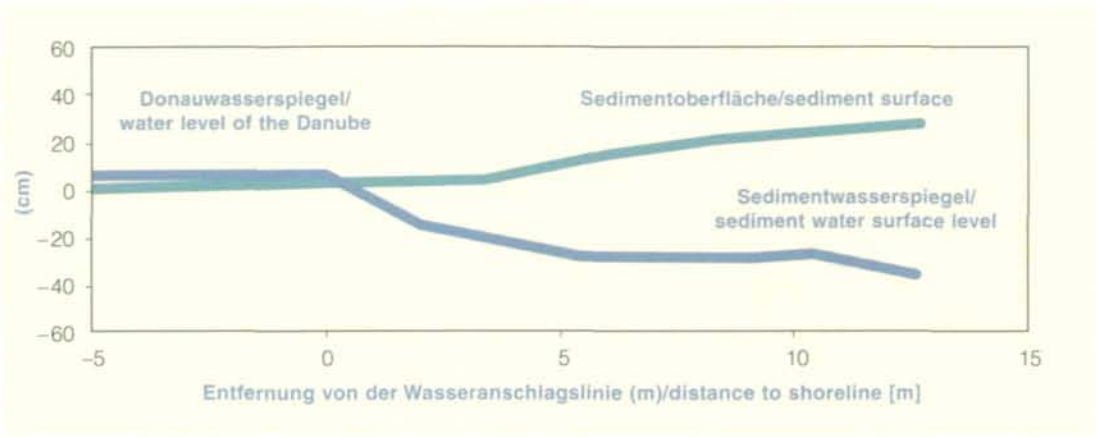
Parameter	Tiefe		N	UG	M	OG	t	df	Sig	P
Q_{25} (mm)	0–10 cm	T	2	−0,92	0,67	2,25	−14,5751	3	0,0007	*
		Ü	3	5,92	7,44	8,96				
	10–60 cm	T	9	−0,39	0,82	2,02	−1,3230	19	0,2015	n. s.
		Ü	12	0,42	2,19	3,95				
Q_{50} (mm)	0–10 cm	T	2	−24,29	10,21	44,70	−3,6852	3	0,0346	n. s.
		Ü	3	14,66	19,19	23,71				
	10–60 cm	T	9	1,58	6,19	10,79	−2,3754	19	0,0282	n. s.
		Ü	12	8,67	12,19	15,70				
Q_{75} (mm)	0–10 cm	T	2	−4,94	19,71	44,36	−1,7211	3	0,1837	n. s.
		Ü	3	−2,62	43,83	90,28				
	10–60 cm	T	9	10,70	23,44	36,19	−0,5484	19	0,5898	n. s.
		Ü	12	18,52	27,03	35,53				
S_O	0–10 cm	T	2	2,30	5,49	8,67	6,4569	3	0,0075	*
		Ü	3	0,94	2,41	3,87				
	10–60 cm	T	9	6,15	10,89	15,63	2,2917	19	0,0335	n. s.
		Ü	12	3,26	5,80	8,35				
S_K	0–10 cm	T	2	−0,30	0,14	0,57	−6,6578	3	0,0069	n. s.
		Ü	3	0,50	0,85	1,19				
	10–60 cm	T	9	−12,66	10,71	34,08	1,1677	19	0,2574	n. s.
		Ü	12	0,07	0,55	1,02				
PV (%)	0–10 cm	T	2	−42,49	21,62	85,72	1,0180	3	0,3836	n. s.
		Ü	3	4,53	16,35	28,17				
	10–60 cm	T	9	12,95	16,87	20,78	1,0245	19	0,3185	n. s.
		Ü	12	10,78	14,40	18,03				
<1mm (%)	0–10 cm	T	2	−21,44	20,36	62,16	4,3049	3	0,0231	n. s.
		Ü	3	5,75	9,00	12,25				
	10–60 cm	T	9	17,62	29,20	40,79	2,0163	19	0,0581	n. s.
		Ü	12	10,16	17,51	24,86				

Als Maß für die in den Sedimenten herrschenden hydraulischen Bedingungen wird der Verlauf des Sedimentwasserspiegels in oberflächlich trockenen Bereichen mit zunehmender Entfernung zur Wasseranschlagslinie herangezogen: Steigt der Sedimentwasserspiegel in oberflächlich trockenen Bereichen mit der Entfernung zur Wasseranschlagslinie an (z. B. der Sedimentwasserspiegel verläuft parallel zur trockenen Oberfläche), so zeugt dies von einem hydraulischen Gradienten, der die Durchströmung des Schotterkörpers unterhalb der trockenliegenden Oberflächen ermöglicht. Fällt der Sedimentwasserspiegel allerdings drastisch ab, so ist mit keiner Sedimentdurchströmung und damit auch nicht mit einem quantitativen Überleben der lotischen Fauna zu rechnen.

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Abb. 12: Sedimentwasserspiegel bei Strom-km 1936,0 (Datenerhebung Oktober 1999).

Water level within the sediments at river-km 1936,0 (sampling date: October 1999).



Am Untersuchungsstandort bei Strom-km 1936,0 sinkt der Wasserspiegel unterhalb oberflächlich trockener Sedimente drastisch ab: In nur knapp 6 m Entfernung von der Wasseranschlagslinie ist die wasserführende Sedimentschicht bereits auf mehr als 40 cm unterhalb der Oberfläche abgetaucht. Der fehlende hydraulische Gradient (Abb. 12) ist hier in erster Linie auf die bereits beschriebene Sedimentzusammensetzung mit dem hohen Feinkornanteil zurückzuführen, welche das Lückenraumsystem verlegt und damit einen negativen Einfluss auf die Wasserleitfähigkeit hat: Bei einem so großen Anteil dieses „Lückenraumsediments", wie es hier der Fall ist, vergrößert sich zwar das gesamte theoretische Porenvolumen (Tab. 10), es verringert sich aber gleichzeitig das durch die lotische Biozönose nutzbare Porenvolumen. In Schottersedimenten wird ein gewichtsmäßiger Feinsedimentanteil von 5 bis 10 % als optimal erachtet (BRETSCHKO 1994).

Vertikale Tiefenverteilung der Fauna

Die benthische Zönose zeigt eine deutliche Bevorzugung der Oberflächenschicht, wie es für die beschriebenen sedimentologischen Verhältnisse (hoher Feinsedimentanteil, geringe Wasserleitfähigkeit) typisch ist. Die Konzentration auf die obersten 10 cm der Sedimentschicht ist unabhängig davon, ob der Bereich seit längerem oberflächlich trocken (Oktober 1999) oder erst seit wenigen Stunden (Juli 2000) oder schon mehrere Wochen (Oktober 1999) überströmt ist (Abb. 13).

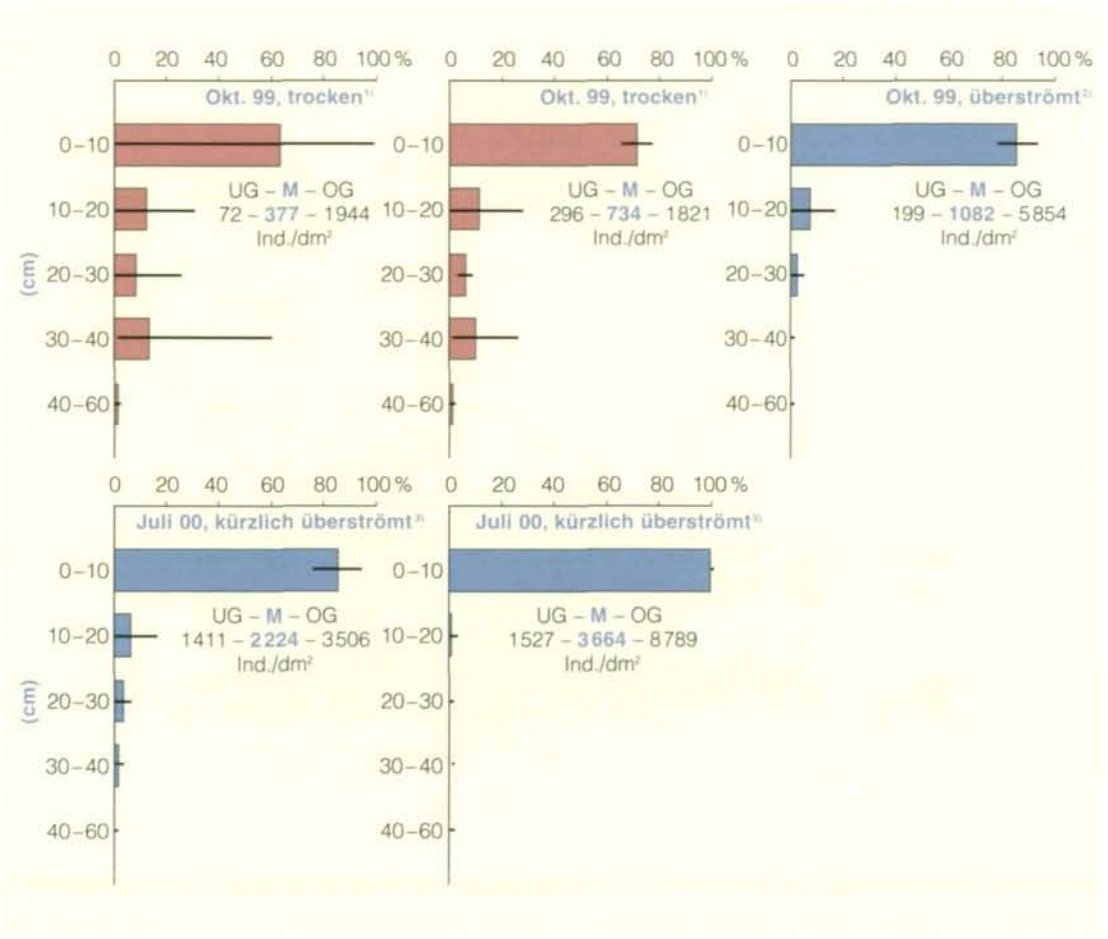
Die höchsten mittleren Abundanzen wurden in den erst wenige Stunden vor der Probennahme überströmten Bereichen nachgewiesen. Die Besiedlung dieser neu überfluteten Bereiche durch die lotische Fauna findet demnach fast ausschließlich über die Oberflächendrift und innerhalb kürzester Zeit statt, wobei Nematoden, Oligochaeten und Chironomiden als erste Taxa den neuen Lebensraum kolonisieren.

In den bereits mehrere Wochen überfluteten Bereichen sind die Abundanzen dieser drei bestandsbildenden Arten geringer und Amphipoda, Isopoda, Hydracarina und Kleinkrebse

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Abb. 13: Tiefenverteilung der Gesamtfauna auf der Kiesbank bei Strom-km 1936,0. Horizontale Balken: Mittelwerte und 95-%-Vertrauensbereich. n = 3. M: mittlere Abundanz der Gesamtfauna pro dm² und 60 cm Sedimenttiefe. UG, OG: 95-%-Vertrauensgrenzen.

Depth distribution of the total fauna at the gravel bar at river-km 1936,0. Horizontal bars: means and 95 % confidence limits of the relative distribution. n = 3. M: mean density of the total fauna per dm² and 60 cm sediment depth. UG, OG: lower and upper confidence limit (1) dry, 2) overflowed, 3) recently overflowed).



(Harcpacticoidea und Cyclopoida) nehmen an quantitativer Bedeutung zu. Auch ist in den länger überströmten Bereichen eine größere Anzahl an Oligochaeten-Coccons anzutreffen.

Die geringsten mittleren Dichten werden in oberflächlich trockenen Arealen gefunden. Jedoch sind hier tiefere Schichten dichter besiedelt, als es in den überströmten Bereichen der Fall ist, und die Bedeutung aquatisch lebender Organismen (Oligochaeten und Chironomiden) nimmt zugunsten von Nematoden, die auch im semi-aquatischen Milieu überleben können, und terrestrisch lebenden Collembolen ab. Collembolen können jedoch auch mehrere Wochen unter Wasser überleben (BRETSCHKO & CHRISTIAN 1989), sodass sie auch in überströmten Bereichen gefunden werden, hier jedoch geringere Besiedlungsdichten aufweisen.

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Die fehlende Sedimentdurchströmung an der periodisch überströmten Schotterbank, die in erster Linie auf den hohen Feinsedimentanteil von etwa 20% zurückzuführen ist, wirkt sich demnach klar auf die Besiedlung durch die lotische Fauna aus. Der Sedimentkörper kann nur sehr eingeschränkt als Lebensraum genutzt werden. In oberflächlich trockengefallenen Schotterkörpern verarmt die lotische Fauna, bei ansteigendem Wasserspiegel wird hauptsächlich die Sedimentoberfläche der Schotterbank kolonisiert.

4. Diskussion

Die Ergebnisse der Beprobungen an anthropogen geschaffenen Uferhabitaten geben Aufschluss über die fischökologische und benthische Charakteristik dieser neu geschaffenen Lebensräume. Das Fischartenspektrum zeigt sich erstaunlich vielfältig. So konnten bei allen Beprobungen in den Monitoringstandorten 38 Fischarten nachgewiesen werden, im Vergleich dazu waren im selben Beobachtungszeitraum im gesamten Wiener Donaustrom 46 Fischarten zu dokumentieren. Bei Einteilung des Stauraums in Stauwurzel, Übergangs- und Zentralstaubereich kann eine deutliche Differenzierung hinsichtlich der Gildenverteilung (SCHIEMER & WAIDBACHER 1998) gezeigt werden. Der Einfluss des Stauraumes ist durch die Verschiebung der Fischartenvergesellschaftung in Richtung indifferente Arten zu erkennen.

Der Stauwurzelbereich wird vor allem noch durch die rheophilen Fischarten Nase, Barbe und die in Schwärmen auftretende Laube geprägt. Diese Fischart dominiert auch die beiden anderen Stauabschnitte. Zingel und Schrätzer als typische Donauperciden sind ebenfalls in diesem Abschnitt nachgewiesen worden. Die überströmten Flachwasserbereiche werden in größerem Umfang als Laichhabitate von Nasen genutzt. Dieser Monitoringstandort kann als Nebengerinne im „Mesomaßstab" angesehen werden.

Der Übergangsbereich wird durch indifferente Fischarten mit geringer Abundanz charakterisiert. Als Hauptfischart ist hier die Laube zu nennen. Es sind hier eher kleinräumige Habitate geschaffen worden, die teilweise durch Weiden stark zugewachsen und einer gewissen Verlandung ausgesetzt (WAIDBACHER & STRAIF in Vorb.) sind. In Standort 5 werden in den Makrophytenbeständen vor allem juvenile Fischarten wie Flussbarsch, Laube und Rotauge nachgewiesen. Juvenile Flussbarsche weisen eine starke Makrophytenhabitatbindung auf (REITER 2001).

Der Zentralstaubereich wird durch die starken hydrologischen Veränderungen geprägt. Als charakterisierende Hauptfischart ist hier wiederum (vgl. Übergangsbereich) die Laube zu nennen. Besonders erwähnenswert ist der Anteil an juvenilen reophilen Fischarten wie Nase, Barbe und Hasel. Vor allem juvenile Nasen werden hier in relativ hohen Abundanzen nachgewiesen. Diese hohen Dichten werden besonders im Standort 4 dokumentiert. Dieser Standort weist „weitläufige" seichte Flachwasserbereiche mit Schottersubstrat auf. Juvenile Nasen bevorzugen offensichtlich einen solchen Standort (ZAUNER 2001). In der morphologischen Ausprägung sind diese Uferstrukturen (Standort 2–4) als großräumige, lang gezogene, ständig angebundene Nebengewässer zu definieren. Bei Driftuntersuchungen ist der erstaunlich hohe Cyprinidenlarvenanteil bemerkenswert. Das Ansteigen der Larvendrift im Verlauf des Stauraumes lässt auf Laichplätze zwischen den Driftbeprobungsstellen schließen. Hier sind vor allem die Bereiche des Kritzendorfer Strandbades (Strom-km 1943,7), des Uferabschnittes bei Strom-km 1938,5 und der vorgelagerten Schotterbank des Monitoringstandortes 9 zu nennen.

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Standort 1 nimmt durch seine weitgehend abgeschlossene Lage eine Sonderstellung ein. Dieser Monitoringstandort kann als einseitig angebundenes Altgewässer charakterisiert werden und wird vor allem durch indifferente Fischarten wie Laube, Rotauge, Güster, Brachse etc. dominiert. Solche Gewässer werden oft durch Ubiquisten geprägt (SPOLWIND 1996).

Eine Erhöhung des Strukturgrades im Gewässer, aber auch eine Steigerung des Vernetzungsgrades mit dem Umland spiegelt sich in höheren Fischartenzahlen wider. Vielfältige Lebensräume werden nicht nur von verschiedenen Fischarten benötigt; so benötigt auch jede einzelne Fischart während ihres Lebenszyklus ein mannigfaltiges Angebot an unterschiedlichsten Habitaten. Eine erfolgreiche Reproduktion ist Zielvorgabe. Besonderes Augenmerk muss dabei auf die Larven- bzw. Juvenilstadien der einzelnen Fischarten gelegt werden. Diese besitzen im Allgemeinen sehr schmale Toleranzkurven für ökologische Parameter. Aus diesen Gründen ist es von besonderer Wichtigkeit, ein mannigfaltiges Strukturangebot zu schaffen. Diese künstlich geschaffenen Uferstrukturen auf der Donauinsel sind so genannte Ausgleichshabitate mit entsprechender Kompensationswirkung. Wie aus den Ergebnissen zu sehen ist, werden diese auch von verschiedenen Fischartvergesellschaftungen und Altersstadien unterschiedlich gut genutzt.

Die Benthalfauna gibt vor allem Aufschluss auf die Durchströmung der Sedimente. Die ersten Ergebnisse lassen einen Gradienten der hydrologischen Anbindung der drei untersuchten Standorte in Bezug auf Großgruppenniveau erkennen. Anhand des Sedimentaufbaus und der lotischen Besiedlungsdichte durch die Benthalfauna können die hydrologischen Verhältnisse im Schotterkörper untersucht werden. Es zeigt sich eine Bevorzugung der Oberflächenschicht, wie es für einen Sedimentkörper mit hohem Feinsedimentanteil und einer geringen Wasserleitfähigkeit typisch ist.

Da die Dynamik dieses Donauabschnittes durch die wasserbaulichen Maßnahmen und die Inbetriebnahme des Kraftwerkes Wien/Freudenau beeinträchtigt ist, für eine funktionierende Flusslandschaft jedoch eine hohe Dynamik erforderlich ist, muss diese Dynamik durch ein zusätzliches Management dieser Uferstrukturen unterstützt werden. Zur Zeit funktionieren sie sehr zufrieden stellend. Langfristig ist eine Pflege dieser anthropogen geschaffenen Habitate für die Erhaltung ihrer Funktionsfähigkeit unumgänglich.

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Literatur

BALON E. K. (1975): Reproductive guilds of fishes: A proposal and definition. – J. Fish. Res. Boards Can. **32** (6): 821–864.

BALON E. K. (1981): Additions and amendments to the classification of reproductive styles in fishes. – Env. Biol. Fish. **6**: 377–389.

BORTZ J. (1993): Statistik für Sozialwissenschafter. 4. Auflage. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, p. 753.

BRETSCHKO G. & W. E. KLEMENS (1986): Quantitative methods and aspects in the study of the interstitial fauna of running waters.– Stygologia **2**: 279–316.

BRETSCHKO G. & E. CHRISTIAN (1989): Collembola in the bed sediments of an alpine gravel stream (Ritrodat-Lunz Study Area, Austria). – Int. Revue ges. Hydrobiol. **74**: 491–498.

BRETSCHKO G. & M. LEICHTFRIED (1990): Invertebrates of the stony bottom. – In: HUMPESCH U. H. & J. M. ELLIOTT (Eds.): Methods of biological sampling in a large deep river – the Danube in Austria. Wasser und Abwasser Supplement **2**/90: 29–35.

BRETSCHKO G. (1994): Bedsediment extension and grain shape and size distribution. – Internat. Verein. Limnol. **25**: 1631–1635.

BRETSCHKO G. (1995A): The ecological importance of stream bedsediments, regardless of wether or not they are inundated. – Folia Fac. Sci. Nat. Univ. Masarykianae Brunensis, Biologia **I**: 5–17.

BROSIUS G. (1995): SPSS Base System und Professional Statistics für die Versionen SPSS 5.X und 6.X unter Windows. Int. Thomson Publishing: Bonn.

COWX I. G. & P. LAMARQUE (1990): Fishing with Electricity. Fishing New Books. Oxford, p. 248.

HEPP H. (1987): Konstruktion und Bau einer universell einsetzbaren Metallreuse zur experimentellen Befischung von Laufstauen und großen Fließgewässern. Dipl.-Arb., Univ. f. BOKU.

HESS A. D. (1941): New limnological sampling equipment. – Spec. Publs. limnol. Soc. Am. **6**: 1–5.

JUNGWIRTH M. (1984): Die fischereilichen Verhältnisse in Laufstauen alpiner Flüsse, aufgezeigt am Beispiel der österreichischen Donau. – Österreichische Wasserwirtschaft **36** (5/6): 104–111.

KOTTELAT M. (1997): European freshwater fishes. Biologia Vol. **52** Suppl. 5.

KUMMER H., SPOLWIND R. & H. WAIDBACHER (1998): Fischökologische Istbestandsaufnahme im Gießgang Greifenstein und der linksufrigen Donau-Auen im Tullner Becken. – Studie im Auftrag der Donaukraft.

MEYER-WAARDEN (1965): Einführung in die Elektrofischerei. Westl. Berliner Verlagsgesellschaft. Heenemann Verlag, Berlin.

MIKSCHI E. & A. WOLFRAM-WAIS (1999): Rote Liste ausgewählter Tiergruppen Niederösterreichs – Fische und Neunaugen (Pisces, Cyclostomata). 1. Fassung 1996. Amt der NÖ Landesregierung, St. Pölten.

MUUS J. & P. DAGHLSTRÖM (1974): Süßwasserfische Europas. BLV Verlagsgesellschaft, München – Bern – Wien.

REITER D. (2001): Untersuchung der Makrophytenstrukturen und ihre Habitatnutzung durch Fischbiozönosen an der Alten Donau mittels Air-Lift-Befischung unter besonderer Berücksichtigung zweier ausgewählte Habitate im zeitlichen Verlauf. Dipl.-Arb., Univ. f. BOKU.

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

SCHIEMER F. & H. WAIDBACHER (1992): Strategies of conservation of a Danubian fish fauna. River conservation and management. P. J. Boon, P. Calow and G. E. Petts (Eds.). Verlag John Wiley & Sons Ltd.: 363–382.

SCHIEMER F., JUNGWIRTH M. & G. IMHOF (1994): Die Fische der Donau – Gefährdung und Schutz. – Grüne Reihe des BMUJF. Band 5. Styria Medien Service.

SCHIEMER F. & H. WAIDBACHER (1998): Zur Ökologie großer Fließgewässer am Beispiel der Fischfauna der österreichischen Donau. – STAPFIA 52, zugleich Kataloge des OÖ. Landesmuseums, Neue Folge. 7–22.

SEIFERT K. & F. HARTMANN (2000): Die Kesslergrundel (*Neogobius kessleri*, Günther 1861), eine neue Fischart in der deutschen Donau. – Lauterbornia **38**: 105–108.

SPINDLER T. (1997): Fischfauna in Österreich; Ökologie – Gefährdung – Bioindikation – Fischerei – Gesetzgebung. Wien, Umweltbundesamt, 2. Auflage.

SPOLWIND R. (1996): Charakterisierung und Typisierung ausgewählter aquatischer Habitate (Augewässer) im Einflussbereich des zukünftigen Kraftwerkes Freudenau anhand verschiedener limnologischer Parameter. Dipl.-Arb., Univ. f. BOKU.

SPOLWIND R. (1999): Au- und Nebengewässersysteme der niederösterreichischen Donau: Klassifizierung und Typisierung von Gewässersystemen anhand limnologischer Parameter. Dissertation, Univ. f. BOKU.

STRAIF M. (2001): Fischökologische Untersuchung an der Traisen im Abschnitt Wilhelmsburg bis Mündung unter Berücksichtigung verschiedener flussbaulicher Maßnahmen. Dipl.-Arb., Univ. f. BOKU.

SURBER E.W. (1934): A quantitative net for collecting bottom animals in streams. – Washington, Bureau of Fisheries: 1–4.

WAIDBACHER H. (1989): Veränderungen der Fischfauna durch Errichtung des Donaukraftwerkes Altenwörth. – In: Ökosystemstudie Donaustau Altenwörth, ÖAW, Wien, 123–161 pp.

WAIDBACHER H., ZAUNER G., KOVACEK H. & O. MOOG (1991): Fischökologische Studie Oberes Donautal. – Auftragsstudie der Österr. Wasserstraßendirektion, Wien, 175 pp.

WAIDBACHER H., HAIDVOGL G. & R. WIMMER (1996): Beschreibung der räumlichen und zeitlichen Verteilung der benthischen Lebensgemeinschaften und der Fischbiozönosen im Projektsbereich des KW Freudenau (Limnologische Beweissicherung). Bd. 2, Fischökologische Verhältnisse. – Gutachten i. A. der Donaukraftwerke AG.

WAIDBACHER H., HAIDVOGL G. & R. WIMMER (1996 a): Fischökologische Verhältnisse im Donaubereich Wien/Freudenau. – In: BRETSCHKO G. & H. WAIDBACHER: Beschreibung der räumlichen und zeitlichen Verteilung der benthischen Lebensgemeinschaften und der Fischbiozönosen im Projektbereich des KW Freudenau; Limnologische Beweissicherung, DOKW im Auftr. der obersten Wasserrechtsbehörde, Wien, 184 pp.

WAIDBACHER H. & M. STRAIF (in Vorb.): Topographische Tiefenaufnahme der neu geschaffenen Referenzhabitate auf der Donauinsel. – Studie im Auftrag der Stadt Wien, Magistratsabteilung 45.

WARD J. H. (1963): Hierarchical grouping to optimize an objective function. – Journal of the American Statistical Association **58**: 236–244.

WEISSENBACHER A., SPOLWIND R. & H. WAIDBACHER (1998): Hohe Populationsdichten der Kesslergrundel (*Neogobius kessleri*, Günther, 1861) in der österreichischen Donau, östlich von Wien. – Österreichs Fischerei. Jahrgang 51/1998. 268–273.

WIESNER C. & G. ZAUNER (2001): Bestimmungsschlüssel für heimische Fisch- und Neunaugenarten. – Universität für Bodenkultur, Wien.

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

ZAUNER G. (1991): Vergleichende Untersuchungen zur Ökologie der drei Donauperciden Schrätzer, Zingel und Streber in gestauten und ungestauten Donauabschnitten. Diplomarbeit an der Universität für Bodenkultur. Wien.

ZAUNER G. & F. SCHIEMER (1993): Auswirkungen der Schiffahrt auf die Fischfauna – aufgezeigt am Beispiel der österreichischen Donau. – Landschaftswasserbau **14**: 133–151, TU Wien.

ZAUNER G., PINKA P. & O. MOOG (2001): Pilotstudie Oberes Donautal – Gewässerökologische Evaluierung neu geschaffener Schotterstrukturen im Stauwurzelbereich des Kraftwerkes Aschach. Hrsg.: Wasserstraßendirektion, Wien, 132 pp.

ZWEIMÜLLER I., MOIDL S. & H. NIMMERVOLL (1996): A new species for the Austrian Danube – *Neogobius kessleri*. Acta Universitatis Carolinae Biologica **40** (96): 213–218.

Anschrift der Verfasser:

Dipl.-Ing. Michael STRAIF
Universität für Bodenkultur
Institut für Wasservorsorge, Gewässerökologie
und Abfallwirtschaft
Abteilung Hydrobiologie, Fischereiwirtschaft
und Aquakultur
Max-Emanuel-Straße 17
A-1180 Wien
Tel.: +43/1/47654/5226
E-Mail: michael.straif@boku.ac.at

Ao. Univ.-Prof. Dr. Herwig WAIDBACHER
Universität für Bodenkultur
Institut für Wasservorsorge, Gewässerökologie
und Abfallwirtschaft
Abteilung Hydrobiologie, Fischereiwirtschaft
und Aquakultur
Max-Emanuel-Straße 17
A-1180 Wien
Tel.: +43/1/47654/5222
E-Mail: herwig.waidbacher@boku.ac.at

Mag. Dr. Robert SPOLWIND
Universität für Bodenkultur
Institut für Wasservorsorge, Gewässerökologie
und Abfallwirtschaft
Abteilung Hydrobiologie, Fischereiwirtschaft
und Aquakultur
Max-Emanuel-Straße 17
A-1180 Wien
Tel.: +43/1/47654/5226
E-Mail: much@edv1.boku.ac.at

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

DI Birgit SCHÖNBAUER
Institut für Limnologie der
Österreichischen Akademie der Wissenschaften
Abt. Biologische Station Lunz
Seehof 4
A-3293 Lunz am See
Tel.: +43/7486/8095
E-Mail: birgit.schoenbauer@oeaw.ac.at

OR Univ.-Prof. Dr. Gernot BRETSCHKO
Institut für Limnologie der
Österreichischen Akademie der Wissenschaften
Abt. Biologische Station Lunz
Seehof 4
A-3293 Lunz am See
Tel.: +43/7486/8095
E-Mail: Gernot.Bretschko@oeaw.ac.at